GAZ I WODA

MIESIĘCZNIK, ORGAN ZRZESZENIA GAZOWNIKÓW I WODOCIĄGOWCÓW POLSKICH, ZWIĄZKU GOSPODARCZEGO GAZOWNI I ZAKŁADÓW WODOCIĄGOWYCH W PAŃSTWIE POLSKIEM ORAZ POLSKIEGO KOMITETU TECHNIKI SANITARNEJ I HIGJENY MIAST.

REDAKTOR: DR INŻ. JAROSŁAW DOLIŃSKI — SEKRETARZ REDAKCJI: INŻ. JÓZEFA CZAPLICKA
SIEDZIBA REDAKCJI I ADMINISTRACJI: KRAKÓW, GAZOWNIA MIEJSKA — TEL. 152-05. — P. K. O. 406.678 KRAKÓW.

R. XV | **LIPIEC 1935** | **NR. 7**

TREŚĆ:

SOMMAIRE:

NR. 7. ROK XV. GAZ I WODA LIPIEC 1935

Inż. JERZY BUZEK

Uzasadnienie konieczności znormalizowania grubości ścianek rur walcowanych, przeznaczonych do przewodów wody i gazu, ułożonych w ziemi.

(Referat na XVII Zjazd Gazowników i Wodociągowców Polskich w Bydgoszczy i Inowrocławiu w r. 1935).

A) Normy rur żeliwnych.

Na podstawie kilkusetletniego doświadczenia opracowane zostały w roku 1882 przez Związek Inżynierów Niemieckich i Związek Niemieckich Wodociągowców i Gazowników normy rur żeliwnych dla ciśnienia roboczego 10 at i próbnego 20 at. Normy niemieckie przyjęte zostały prawie powszechnie, w Anglji i Ameryce wydane zostały normy dla różnych ciśnień roboczych.

Polski Komitet Normalizacyjny przyjął ze względu na stosunki geograficzne ziem polskich ciśnienie robocze 10 at dla rur normalnych i ustalił grubości ścianek w wysokości grubości ścianek rur niemieckich; nieznaczne odchylenia mieszczą się w granicach tolerancji.

Ciśnienie wewnętrzne natęża tworzywo rur na rozciąganie; jeżeli natężenie przekracza wytrzymałość tworzyw na rozerwanie, rura żeliwna pęka, nie zmieniając przytem praktycznie ani swego obwodu ani grubości, wskutek prawie zupełnej «sztywności tworzywa». Lecz mylne byłoby zdanie, jakoby dla grubości ścianki rur wodociągowych było jedynie miarodajne ciśnienie wewnętrzne.

Rozpatrzmy bliżej podstawy obliczenia grubości ścianek, przyjęte przez Polski Komitet Normalizacyjny, zgodnie z Międzynarodowym Komitetem Normalizacyjnym.

1) Rury żeliwne wodociągowe i gazowe należy uważać za «odlewy jakościowe», wymagające dobrego tworzywa i starannego wykonania. Wytrzymałość żeliwa z tego powodu przepisana została w wysokości 18 kg/mm².
2) Rury wodociągowe są odlewami «masowej wytwórczości» i pełnią swą służbę w niejednolitych i bardzo różnych warunkach.

Uwzględniając ten fakt, Polski Komitet Normalizacyjny przepisał słusznie dziesięciokrotny stopień bezpieczeństwa, tak, że obliczenie grubości ścianek przeprowadzać należy przy uwzględnieniu dopuszczalnego natężenia żeliwa:

$$\frac{1\,800}{10} = 180 \text{ kg na 1 cm}^2.$$

Zaznaczyć należy, że Polski Komitet Normalizacyjny przyjął 10-krotny stopień bezpieczeństwa dla rur wszystkich, podczas gdy normy niemieckie przewidują dla rur o dużych średnicach tylko 8-krotny stopień bezpieczeństwa. Dlatego grubość ścianki rur o średnicy 1 200 mm wynosi przy rurach polskich 30 mm, przy rurach niemieckich 28 mm.

3) Do obliczenia grubości ścianek rur żeliwnych zastosowano wzór Bacha:

$$s = 0{,}5\ D \left[\sqrt{\frac{Nc + 0{,}4\ p}{Nc - 1{,}3\ p}} - 1 \right]$$

który dla $Nc = 180$ kg/cm² i $p = 10$ at przetwarza się we wzór:

$$s = 0{,}025\ D.$$

Okazuje się, że obliczone z tego wzoru grubości ścianek rur o małych średnicach są tak małe, że ze względów odlewniczo-technicznych nie zezwalają na wyrób rur o większych długościach, co jest jednak warunkiem zachowania zasady ekonomji, tak przy wyrobie rur, jakoteż przy eksploatacji rurociągu.

Jest nawet dla laika rzeczą zupełnie zrozumiałą, że po pierwsze odlanie rury o średnicy np. 40 mm i o długości 2,5 m przy grubości ścianki 1 mm przy masowej wytwórczości jest niemożliwe, po drugie zaś tak cienka rura, ułożona w ziemi w sposób zwykle praktykowany, nie mogłaby spełniać swej służby.

Z tego powodu Polski Komitet Normalizacyjny przepisał, według mojego wniosku, dla grubości ścianek obliczonych ze wzoru $s = 0{,}025\ D$ dodatek w wysokości:

$$\frac{1\,200 - D}{1\,200} \times 7;$$

w ten sposób określona została najmniejsza grubość ścianek rur lanych na 8 mm przy średnicy 40 mm.

Ostateczny wzór dla grubości ścianek dla polskich rur normalnych:

$$s = 0{,}025\ D + \frac{1\,200 - D}{1\,200} \times 7 = 0{,}01916\ D + 7.$$

Widzimy, że przy rurach o mniejszych średnicach wytrzymałość mechaniczna żeliwa nie odgrywa decydującej roli przy obliczaniu grubości ścianek rur żeliwnych.

Zdawałoby się, że rura o grubości ścianki, obliczonej z uwzględnieniem 10-krotnego stopnia bezpieczeństwa i stosunkowo bardzo dużego dodatku, odlana starannie z dobrego żeliwa, nie może wogóle ani się złamać, ani pęknąć w warunkach pracy wodociągu. Tymczasem jednak w praktyce często się zdarza, że rury o małych średnicach się łamią, rury o średnicach większych pękają. Przyczyną łamania się rur o małych średnicach nie jest nadmierne ciśnienie wewnętrzne, lecz nadmierne natężenie na zginanie wskutek niedokładnego ułożenia rury. Przyczyną pękania rur żeliwnych są bardzo często uderzenia hydrauliczne, spowodowane bądź przypadkiem lub niestosownym sposobem obsługi przewodu [1]).

Uwzględnienie takich wypadków przy wyrobie rur lanych (żebra przy małych średnicach, znaczne pogrubienie ścianek przy średnicach dużych) jest możliwe, ale ze względu na zasady ekonomji niedopuszczalne, chyba, że zamawiający rury potrafi określić ściśle miejsce niebezpieczne i zastosować tam 1 albo kilka rur nienormalnych. Ponieważ żaden kierownik zakładu wodociągowego miejsca niebezpiecznego wskazać nie może, musi się z konieczności pogodzić z przypadkiem złamania albo pęknięcia rury żeliwnej.

B) Rury walcowane względnie spawane z blachy.

Przedstawiłem sprawę ustalenia normalnej grubości ścianek rur żeliwnych przez Polski Komitet Normalizacyjny.

Jak przedstawia się sprawa grubości ścianek «rur żelaznych», pracujących w równych warunkach, jak «rury żeliwne normalne»?

Faktem jest, że dotąd ani walcownie lub spawalnie rur, ani wodociągowcy lub gazownicy nie pomyśleli o normalizacji grubości ścianek rur żelaznych, przeznaczonych do przewodów wody lub gazu, ułożonych w ziemi.

Walcownie wzgl. spawalnie rur ustaliły t. zw. «fabryczne grubości ścianek» jedynie na podstawie wytrzymałości żelaza na rozerwanie bez uwzględnienia innych czynników w tej samej mierze, jak to uczynili w pracy zbiorowej wodociągowcy i odlewnicy dla rur żeliwnych. Walcownie i spawalnie kierowały się poza wytrzymałością żelaza na rozerwanie jedynie względami na wykonalność rur wzgl. blachy przy najmniejszych grubościach ścianek rur i względami handlowemi.

Wodociągowcy i gazownicy dotąd nie poddali krytyce «fabrycznych grubości ścianek» rur żelaznych. Dlaczego? Poprostu z tej przyczyny, że z jednej strony wytrzymałość żelaza jest rzeczywiście większa — prawie podwójna — niż wytrzymałość żeliwa, z drugiej zaś strony żelazo jest ciągliwe i wypadki złamania lub pękania rur nie mogą być tak niebezpieczne, jak przy «kruchych» rurach żeliwnych.

Takie rozumowanie byłoby zupełnie słuszne, gdyby nie fakt, niezaprzeczony przez nikogo, że żelazo mniej jest odporne na korozję niż żeliwo.

Zagadnienie mniejszej odporności żelaza na korozję starano się załatwić przez różne sposoby izolacji rur żelaznych. Fakt pozostał jednak faktem, że rury żelazne, nawet przy najlepszej i najstaranniej wykonanej izolacji, jednak nie mogą nigdy równać się z rurami żeliwnemi co do trwałości i odporności na korozję.

Przed 27 laty, kiedy nie było dowodów uzyskanych z doświadczenia, wystarczyło odrzucić wprost przypuszczenie, jakoby żelazo kute mogło być mniej odporne na rdzewienie niż żeliwo, na podstawie większej gęstości żelaza (7,85) a mniejszej gęstości żeliwa (7,25) [2]). Dzisiaj taki argument już nikomu nie wystarcza i mniejszej odporności żelaza nie tłumaczy.

Postaram się wytłumaczyć i objaśnić mniejszą odporność żelaza na korozję w sposób następujący, posługując się wynikami badań znanych i wybitnych metaloznawców:

I. Czochralski mówi w swej książce [3]):

> «Przy metalach, jak np. żelazo, ulegających przy wydłużeniu na zimno łatwiej działaniu środka rozpuszczającego, spostrzegamy, że warstwy otaczające pojedyńcze ziarna szybciej się rozpuszczają niż wnętrze ziarna i że w miejscach lepiszcza są widoczne pod mikroskopem wytrawione szczeliny.»

Już w r. 1928 wyciągnąłem z wyników badań Czochralskiego wniosek, że rury żelazne czy stalowe nietylko dlatego są mniej odporne na rdzewienie, że są «żelazne» lub «stalowe», lecz także dlatego, że są walcowane [4]).

---

[1]) Rury z nieodpowiedniego, zbyt twardego żeliwa lub z nierówną ścianką, obarczone natężeniami wewnętrznemi, pękają już przy próbie rurociągu. Dlatego należy zamawiać rury tylko w odlewniach, które wyrób rur traktują jako specjalność.

[2]) Otto Lueger. Wasserversorgung der Städte. Str. 59.

[3]) I. Czochralski. Moderne Metallkunde. Str. 110 (1924).

[4]) *Gaz i Woda* **8** (1928).

Niestety, walcownie nie uznały za stosowne bliżej zająć się wynikami badań Czochralskiego i moim wnioskiem.

Dlatego przytoczę wyniki badań Pietscha, Holzhauera i Dusolda, o których mówi w swej książce prof. dr Piwowarsky[5]):

«Metale i stopy z wyraźną strukturą ziarnistą wykazują znacznie mniejszą odporność na działanie powietrza, gazów i cieczy «na granicach ziarn» niż wewnątrz ziarna. Udało się Pietschowi doświadczalnie wykazać, że korozja rozpoczyna się na granicach ziarn nawet przy najstaranniej ujednoliconej powierzchni bardzo miękkiego żelaza. Metale ciągliwe z wyraźnemi granicami ziarn wykazują to niekorzystne zjawisko, że korozja w cieczach kwaśnych lub słonych postępuje wzdłuż granic ziarn, wskutek czego spada wytrzymałość i wydłużenie nawet poniżej 20% pierwotnych liczb; w ten sposób korzyść, jakaby wynikała ze stosowania tworzywa o wyższej wytrzymałości, częściowo znika.

Oprócz tego wywierają wszelkie odkształcenia na zimno i uszkodzenia powierzchni metali ciągliwych jak najgorszy wpływ na odporność tych metali na wpływy chemiczne. Każde odkształcenie, chociażby nieznaczne, wywołane prostowaniem lub kuciem na zimno, jest miejscem niebezpiecznem, mało odpornem na korozję, która raz rozpoczęta łatwo wywołuje głębokie lokalne wygryzienia.

Jak bardzo niebezpieczny jest wpływ wszelkich odkształceń na zimno widać z tego faktu, że nawet stale nierdzewiejące z zawartością ponad 13% Cr wskutek nadmiernego natężenia mechanicznego tracą zupełnie swą odporność na rdzewienie.»

Wobec takich faktów jest rzeczą wprost niedopuszczalną operować wyłącznie wytrzymałością mechaniczną na korzyść rur blaszanych, jeżeli one są przeznaczone do przewodów ułożonych w ziemi.

Już podczas wykonania rur walcowanych wzgl. spawanych, tworzywo rur narażone jest zawsze na odkształcenia na zimno przy prostowaniu rur, przy zaopatrywaniu je w kielichy czy kołnierze.

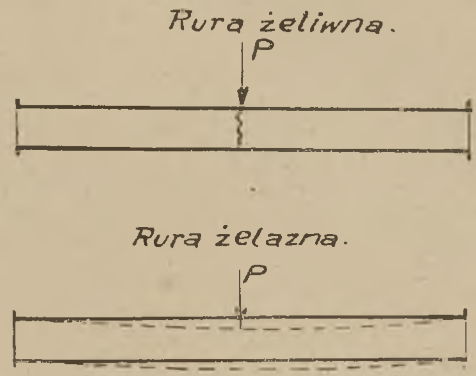
Lecz nie na tem koniec; gorzej jest, że odkształcenia rur walcowanych lub spawanych z blachy zachodzą podczas samej służby przewodów z nich wykonanych, o ile grubość ścianki jest niedostateczna.

[5]) Piwowarsky. Allgemeine Metallkunde. Str. 206÷7 (1934).

Rozpatrzmy pokolei wypadki nadmiernego natężenia rur w warunkach pracy wodociągu.

1) Nadmierne natężenie na gięcie występuje w wypadku za płytkiego ułożenia przewodu, tak, że nadmierne obciążenie jezdni przenosi się na rurę i łamie ją wzgl. wygina.

Rura żeliwna łamie się, a rura żelazna wygina się:



Rys. 1. *Zachowanie się rury żeliwnej i stalowej nadmiernie natężonej na gięcie.*

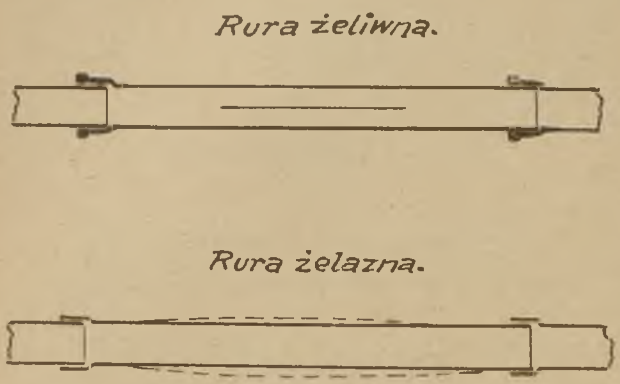
Łamanie się rur żeliwnych uważane jest za ich wielką wadę, przedewszystkiem przez walcownie rur i niektórych nowicjuszów w wodociągarstwie; wytrawni praktycy wodociągowcy nie martwią się tem bardzo, zabezpieczają rurociąg od wstrząsów ulicznych, układają w miejscach zagrożonych rury jak najstaranniej i uniemożliwiają dalsze wypadki.

Wygięcie rury żelaznej wskutek nadmiernego obciążenia uważane było dotąd za jej dużą zaletę; jeżeli jednak bliżej zbadamy skutki wygięcia się rury, spostrzeżemy, że o żadnej zalecie nie można tu mówić: po pierwsze wskutek wygięcia się rury następuje odkształcenie tworzywa, po drugie rozerwanie albo co najmniej rozluźnienie osłony jutowej, po trzecie rozluźnienie uszczelnienia kielichowego.

Tworzywo wskutek odkształcenia staje się w myśl powyżej przytoczonych wyników badań mniej odporne na korozję, ponadto rozerwana lub uszkodzona osłona ochronna nie spełnia już swego zadania i uszczelnienie kielicha nie jest już pewne; niestety, wszystkie te nadzwyczaj niekorzystne skutki nie ujawniają się natychmiast, lecz powoli, wyrządzają jednak daleko większą szkodę, niż złamanie rury żeliwnej o małej średnicy.

2) Nadmierne natężenie tworzywa rury na rozerwanie wskutek za dużego ciśnienia wewnętrznego. Zachodzą wypadki dwojakie, w zależności od tego, czy wzrost ciśnienia odbywał się powoli, czy też nastąpił gwałtownie wsku-

tek uderzenia hydraulicznego. W pierwszym wypadku rura żeliwna pęka najczęściej wzdłuż osi, a rura żelazna «wybrzusza» się:

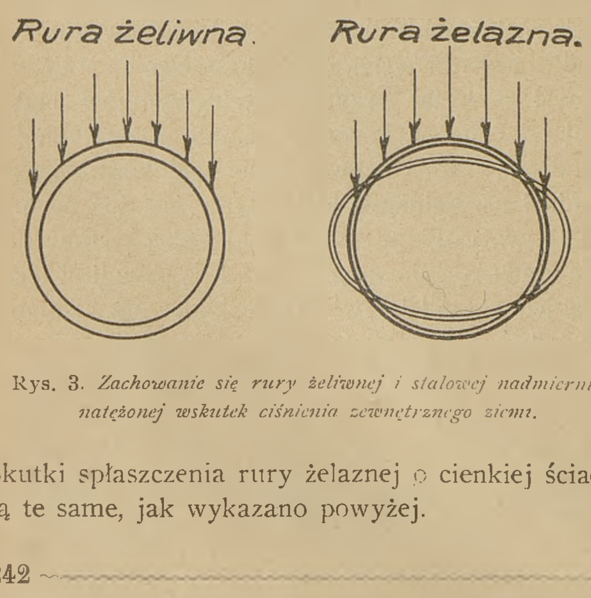


Rys. 2. *Zachowanie się rury żeliwnej i stalowej nadmiernie natężonej na rozerwanie.*

W drugim wypadku z rury żeliwnej odrywa się mniejszy lub większy kawał, rura żelazna wybrzusza się bardziej, lub nawet pęka, jeżeli przekroczona została wytrzymałość na rozerwanie.

Rura żeliwna zostaje natychmiast wymieniona na nową, rura żelazna pracuje najczęściej dalej, ale powoli niszczeje wskutek przyśpieszonej korozji spowodu odkształcenia i rozerwania lub rozluźnienia ochrony jutowej.

3) Nadmierne natężenie tworzywa wskutek ciśnienia zewnętrznego ziemi. Bardzo rzadko się zdarza, aby rura żeliwna nie wytrzymała takiego ciśnienia, natomiast rury żelazne o większych średnicach i przy niedostatecznej grubości ścianek płaszczą się, nawet pod własnym ciężarem:



Rys. 3. *Zachowanie się rury żeliwnej i stalowej nadmiernie natężonej wskutek ciśnienia zewnętrznego ziemi.*

Skutki spłaszczenia rury żelaznej o cienkiej ściance są te same, jak wykazano powyżej.

Przytoczę tu — jako przykład — wyniki badań wykonanych z krótką rurą żelazną przy nadmiernem ciśnieniu wewnętrznem [6]):

a) Wymiary rury żelaznej:

Wolna długość pomiędzy uszczelnieniami	280 mm
Średnica zewnętrzna rury . . .	89,8 mm
Średnica wewnętrzna rury . . .	81,8 mm
Grubość ścianki	4,0 mm

b) Wyniki próby:

1)	Ciśnienie wewnętrzne hydrauliczne	30 at
	Wydłużenie obwodu	0,3 %
2)	Ciśnienie wewnętrzne rozrywające	381,1 at
	Natężenie w momencie rozerwania $\frac{p \cdot d}{2s}$	3 910 kg/cm²
	Wydłużenie obwodu w miejscu rozerwania	15,4%.

W praktyce wodociągowej rurociąg, ułożony na normalne ciśnienie do 10 at, bardzo łatwo i często narażony być może na 30 at. Rura wodociągowa — żeliwna — o średnicy wewnętrznej 80 mm i grubości ścianki 9 mm takie ciśnienie bardzo dobrze wytrzymuje, nie odkształca się wcale i pęka dopiero przy 383 at [7]). Natomiast rura żelazna o cienkiej ściance 4 mm wybrzusza się na obwodzie o 0,3%, t. j. w naszym wypadku o:

$$\frac{89{,}0\,\pi}{100} \times 0{,}3 \simeq 0{,}85 \text{ mm}.$$

Nie jest to zbyt dużo, ale wystarczy do odkształcenia i rozluźnienia struktury tworzywa rury i jej powłoki ochronnej, tuż przed pęknięciem wydłużenie obwodu dochodzi do 15,4%, t. j. do 43,5 mm.

Dobrzeby było, aby walcownie rur powtórzyły podobne próby i mierzyły obwody przy różnych ciśnieniach 30 at, 50 at, 100 at, 150 at i t. d.

C) Wnioski.

1) Z tego wynika jasno, że jeżeli rury żelazne (walcowane lub spawane) mają być użyte do wodociągów narażonych na zmienne i częste nadmierne przypadkowe natężenia, powinny być na tyle sztywne, aby nie mogło nastąpić żadne wybrzu-

[6]) Schulze—Vollhardt. Str. 122.
[7]) Buzek. Rury żeliwne. Str. 8.

szenie i odkształcenie tworzywa i niszczenie powłoki ochronnej.

2) Najstaranniej wykonana osłona jutowa wskutek ruchów tworzywa rur o «fabrycznych grubościach ścianek» podczas pracy wodociągu w krótkim czasie się rozluźnia i nie może spełniać swego zadania. Tylko ściśle z powierzchnią rury zrośnięta powłoka ochronna o tym samym współczynniku rozszerzalności co tworzywo rury mogłaby w warunkach pracy wodociągu ochronić rurę przeciwko korozji.

3) Rury żeliwne zawdzięczają swą dużą odporność na korozję «s z t y w n o ś c i» swego tworzywa: żeliwa. Natomiast małą odporność na korozję rur żelaznych (walcowanych lub spawanych) należy przypisać «c i ą g l i w o ś c i» ich tworzywa: żelaza miękkiego.

Widzimy, że sztywność i kruchość żeliwa nie może być wadą rur wodociągowych, tak samo, jak nie może być ciągliwość żelaza (miękkiej stali) zaletą rur walcowanych lub spawanych z punktu widzenia wodociągowca.

4) Istnieją dwojakie środki usztywnienia rur żelaznych:

 α) znaczne pogrubienie ścianki,

 β) stosowanie twardej stali (50÷60 kg/mm²).

Środek pierwszy może być stosowany tak przy rurach walcowanych bez szwu, jakoteż przy rurach spawanych; środek drugi nadaje się tylko dla rur bez szwu.

5) W warunkach pracy rur wodociągowych wytrzymałość na rozerwanie nie odgrywa roli decydującej; miarodajna jest dla żelaza rur wodociągowych wytrzymałość na granicy plastyczności, wynoszącej około 60% wytrzymałości na rozerwanie.

D) Projekt znormalizowania grubości ścianki rur żelaznych.

Jest to trochę dziwne, że z projektem występuję ja, jako reprezentant odlewni rur; dla bardziej obeznanych ze sprawą rur wodociągowych fakt ten jest łatwo zrozumiały; trudno walcowniom myśleć o normalizacji stalowych rur wodociągowych, kiedy jeszcze zawsze wystarcza argument podwójnej wytrzymałości na ciągnienie, potrójnej długości rur i coraz to większe postępy w sposobach izolowania rur, a co najważniejsze, mała waga na 1 metr bieżący i pozorna taniość.

Przypuszczam, że moje wywody silnie naruszyły wagę tych argumentów i dowiodły, że konieczna jest rewizja «fabrycznych grubości ścianek» i ustalenie normalnych grubości ścianek rur walcowanych względnie spawanych, służących do przewodów wodociągowych, ułożonych w ziemi.

Co innego jest rurka do poręczy i mebli stalowych, co innego zaś rura wodociągowa, ułożona w ziemi.

Podstawy obliczenia grubości ścianek rur walcowanych. W wydanej przez walcownie rur broszurze p. t. «Rurociągi z rur stalowych kielichowych» nie podano sposobu obliczenia, ani żadnych danych o wytrzymałości, ani stopnia bezpieczeństwa, ani dodatku na rdzewienie i t. p. Poprzestano na nazwaniu tworzywa «stalą», z którą to nazwą laik zwykł łączyć pojęcie dużej wytrzymałości, trwałości, jednem słowem czegoś nadzwyczajnego. Tymczasem rury «stalowe» kielichowe są rurami z żelaza o wytrzymałości około 3 400 do 4 200 kg na 1 cm², więc ze «stali miękkiej», dla której granica plastyczności wynosi około 60% wytrzymałości na rozerwanie, t. j. 2 040 do 2 520 kg na 1 cm². Warto na tem miejscu przytoczyć dane odnoszące się do rur wiertniczych PN/N-810.

R u r y w i e r t n i c z e b e z s z w u (mannesmannowskie) do $d < 350$ mm:

Wytrzymałość na rozerwanie	Rr	60 ÷ 70 kg/mm²
Granica plastyczności	Qr	33 ÷ 38,5 kg/mm²
Wydłużenie		14%.

R u r y w i e r t n i c z e z e s z w e m (spawane) $d > 350$ mm:

Wytrzymałość na rozerwanie	Rr	34 ÷ 42 kg/mm²
Granica plastyczności	Qr	27 ÷ 25,2 kg/mm²
Wydłużenie		25%.

W obydwóch wypadkach mamy do czynienia ze stalą węglową o zawartości siarki i fosforu nie więcej jak 0,05%, manganu do 0,8%, krzemu do 0,3%.

Najmniejsza grubość ścianki wynosi dla średnicy 100 mm = 7 mm, podczas gdy rury «stalowe» wodociągowe wykonane są dla średnicy 100 mm z grubością tylko 4 mm.

Wobec tego łatwo zrozumieć, że rury wiertnicze (bez osłony jutowej) są trwałe, chociaż są ułożone w ziemi i nie powinny być pod żadnym względem porównywane z rurami wodociągowemi o cienkich ściankach.

Wzór do obliczenia grubości ścianek rur żelaznych ma postać:

$$s = 0{,}5\, D \frac{p}{Nc} + c$$

gdzie s oznacza grubość ścianki w cm
D » średnicę wewnętrzną rury
p » ciśnienie hydrauliczne wewnętrzne robocze
Nc » dozwolone natężenie żelaza.

Stopień bezpieczeństwa. Tak jak odlewnie zabezpieczają rury żeliwne przed pękaniem wskutek przypadkowych natężeń nadmiernych przez bardzo znaczne pogrubienie ścianek, tak samo walcownie winny zabezpieczać rury blaszane przed «wybrzuszeniem» i odkształceniem, z którem idzie w parze zawsze uszkodzenie lub co najmniej rozluźnienie osłony ochronnej.

Jeżeli przy rurach żeliwnych Polski Komitet Normalizacyjny przyjął stopień bezpieczeństwa 10 ze względu na możliwy nadmierny wzrost ciśnienia wewnętrznego podczas pracy wodociągu, to rzecz jasna, że także przy rurach walcowanych lub spawanych należy przyjąć co najmniej ten sam stopień bezpieczeństwa.

Dodatek do obliczonej grubości ścianek. Przy rurach o małych średnicach wypada z obliczenia za mała, wprost niewykonalna grubość ścianki; ze względu na wykonalność małych rur, jakoteż na możliwe wady powierzchniowe blachy, należy i przy rurach walcowanych i spawanych dodać przy rurach o średnicy 40 mm co najmniej 6 mm do obliczonej grubości ścianek.

Ponieważ rury spawane wykonywane są często do średnicy 1 500 mm (rzadko do 3 000 mm), dodatek ten w sposób analogiczny, jak przy rurach żeliwnych, możemy obliczyć dla różnych średnic według wzoru:

$$c = \frac{1\,500 - D}{1\,500} \times 6.$$

Z uwzględnieniem dodatku c wzór do obliczania grubości ścianek rur żelaznych będzie:

$$s = 0{,}5\, D \times \frac{p}{N_c} + \frac{1\,500 - D}{1\,500} \times 6.$$

Przyjmując normalne ciśnienie robocze tak, jak przy rurach żeliwnych, w wysokości 10 at $= p$, dozwolone natężenie przy 10-krotnym stopniu bezpieczeństwa w wysokości 250 kg/cm², otrzymamy wzór dla rur bez szwu:

$$s = 0{,}02\, D + \frac{1\,500 - D}{1\,500} \times 6$$

albo $s = 0{,}016\, D + 6$ (stal miękka z Qr 2 500 kg/cm²).

Według tego wzoru obliczone grubości ścianek gwarantują według wszelkiego prawdopodobieństwa długą trwałość rur żelaznych i ich powłoki ochronnej.

Zbadajmy teraz, jak wyglądają «fabryczne grubości ścianek» rur żelaznych.

Rura o średnicy 40 mm sprzedawana jest dla wodociągów z grubością ścianki 3 mm; z uwzględnieniem 10-krotnego stopnia bezpieczeństwa bez dalszego dodatku obliczamy grubość ścianki ze wzoru $s = 0{,}02\, D$, t. j. 0,8 mm; dodatek wymagany przez wykonalność wynosi $3 - 0{,}8 = 2{,}2$ mm, zamiast 5,7 mm. Dla rury o średnicy 100 mm i grubości ścianki 4 mm wynosi dodatek $4 - 2 = 2$ mm, zamiast 5,5 mm. Dla rury o średnicy 500 mm i grubości ścianki 12,5 mm dodatek wynosi $12{,}5 - 10 = 2{,}5$ mm, zamiast 4 mm i t. d.

Powyżej wyprowadzony wzór $s = 0{,}016\, D + 6$ odnosi się do rur bez szwu.

Przy rurach spawanych, z miękkiej blachy martinowskiej, należy uwzględniać tę okoliczność, że wytrzymałość szwu wynosi zwykle tylko 90% wytrzymałości tworzywa blachy.

W tablicy I podaję zestawienie grubości ścianek znormalizowanych rur żeliwnych ($s = 0{,}01916\, D + 7$), projektowanych norm dla rur żelaznych mannesmannowskich (bez szwu) ($s = 0{,}016\, D + 6$), jakoteż dla rur spawanych (ze szwem).

O ileby chodziło o rury wodociągowe z twardszej stali węglowej o wytrzymałości 60 kg/mm² (jak rury wiertnicze), to wzór przy 10-krotnej pewności bez dodatku jest następujący:

$$s = 0{,}5\, D \frac{10}{600} = 0{,}0083\, D.$$

Dla $D = 40$ mm wynosiłaby $s = 0{,}332$ mm, jeżelibyśmy przy tych rurach przyjęli dodatek w wysokości 5 mm $\times \frac{1\,500 - D}{1\,500}$, to otrzymamy ostateczny wzór dla rur «stalowych»:

$$s = 0{,}0083\, D + \frac{1\,500 - D}{1\,500} \times 5$$

$$s = 0{,}006\, D + 5.$$

Czy taka grubość ścianki rur stalowych, użytych do wodociągów, wystarcza, należałoby stwierdzić doświadczalnie.

TABLICA I.

D mm	I Rury żeliwne normalne $s = 0{,}01916\,D + 7$	II Rury żelazne grubości fabryczne nieznormalizowane	IIIa Rury bez szwu mannesmannowskie: z żelaza $s = 0{,}020\,D + c$; $s = 0.016\,D + 6$	IIIb Rury bez szwu mannesmannowskie: ze stali $s = 0{,}0083\,D + c$; $s = 0{,}006\,D + 5$	IV Rury wiertnicze
40	8	3	6,64	5,24	
50	8	3	6,8	5,30	
80	8,5	3,5	7,28	5,48	
100	9	4	7,6	5,6	7 i 8
125	9,5	4	8	5,75	7 i 8,5
150	10	4,5	8,4	5,9	7,5, 8,5, 9,5
200	11	5,5	9,2	6,2	7, 9, 11
250	12	7	10	6,5	8, 10, 12
300	13	7,75	10,8	6,8	8. 10, 12
350	14	8	11,6	7,1	8, 10, 12
400	14,5	10	12,4	7,4	9, 10, 11
450		11,5	13,2		9, 10
500	16	12,5	14	8	9
550			14,8		9
600	18		15,6		
700	20		17.2		
800	22		18,8		
900	24		20,4		
1000	26		22		
1100	28		23,6		
1200	30		25,2		
1500	—		30		

Widzimy, że najmniejsza grubość ścianki rur bez szwu z miękkiej stali o średnicy 40 mm powinna wynosić 6,64 mm zamiast 3 mm, t. j. 110% więcej; grubość ścianki rury bez szwu o średnicy 300 mm powinna wynosić 10,8 mm ÷ 11 mm, zamiast 7,75 mm, t. j. o 42% więcej.

Grubości ścianek rur bez szwu, wykonanych ze stali twardej (jak rury wiertnicze), są znacznie mniejsze; ponieważ dotąd rury wodociągowe nie były wyrabiane ze stali twardej, brak danych doświadczalnych, któreby stwierdziły wystarczalność tak małych grubości ścianek.

Rury spawane, wykonywane wyłącznie z miękkiej stali zlewnej, spowodu mniejszej wytrzymałości szwu pracują z odpowiednio mniejszym stopniem pewności.

Podkreślam wyraźnie, że podane przeze mnie grubości ścianek rur żelaznych obowiązują tylko w tym wypadku, jeżeli rury przeznaczone są do wodociągu ułożonego w ziemi. Jeżeli zaś rury ułożone są nad ziemią i narażone są tylko na działanie atmosfery, grubości ścianek wskutek wymaganego mniejszego stopnia bezpieczeństwa ($m = 6$) mogą być znacznie mniejsze ($s = 0{,}0125\,D + c$ [$c = 4$mm]) dla ciśnienia roboczego 10 at.

Grubości ścianek, podane w zestawieniu, są w porównaniu z grubościami dotychczas stosowanemi bardzo duże; tłumaczy się to tem, że dotychczas przy obliczaniu grubości ścianek rur żelaznych uwzględniano za mały stopień pewności i brano w rachubę dopuszczalne natężenie w wysokości 600 do 800 kg/cm^2, co odpowiada 4 do 3-krotnej pewności. Ochronę przeciwko korozji pozostawiono stosowanej izolacji, nie licząc się z tem, że rury żelazne wskutek ciągliwości tworzywa podczas pracy wodociągu narażone są na mniejsze lub większe odkształcenia, obniżające odporność na korozję i rozluźniające ponadto izolację.

Warunki pracy wodociągu są tak bardzo różne, że nie można się dziwić wcale, że w warunkach wyjątkowo korzystnych rury żelazne o fabrycznych grubościach ścianek okazały się dosyć trwałe; faktem jednak niezaprzeczonym jest, że przeciętna trwałość rur żelaznych wodociągowych, ojutowanych, jest 4 ÷ 6-krotnie mniejsza, niż trwałość rur żeliwnych.

Naogół mówi się, że rury żelazne o fabrycznej grubości ścianek w gazociągach są odporne na korozję, chociaż także ułożone są w ziemi; pominąwszy antykorozyjne działanie gazu, rury gazowe w sieci nie są narażone na wstrząsy, ani na żadne uderzenia ciśnień, jakie przy wodociągach nieustannie zachodzą. Fakt zadawalającego działania przewodów gazowych z rur żelaznych o cienkich ściankach zdaje się potwierdzać słuszność mojego twierdzenia, że małą trwałość wodociągów z cienkich rur żelaznych należy przypisywać odkształceniom rur wskutek ciągliwości ich tworzywa.

Dalsze rzeczowe i bezstronne badania — mam nadzieję — potwierdzą słuszność mojej tezy, na której oparłem obliczenie grubości ścianek rur żelaznych.

Dla sumiennego technika niema nic przykrzejszego, jak bronić sprawy niepewnej; jeżeli sam prawdy znaleźć nie może, szuka pomocy w pracy zbiorowej; do tej pracy zbiorowej wzywam wodociągowców, gazowników

i walcownie, jakoteż metaloznawców polskich.

Brak znormalizowanej grubości ścianek wodociągowych rur żelaznych czy stalowych zapewnia walcowniom zupełną elastyczność i dowolność przy sprzedaży. Zależnie od ciśnienia wewnętrznego wodociągu sprzedaje się rury z mniejszą lub większą grubością ścianek; odnosi się to przedewszystkiem do dużych rur spawanych. Jeżeli ciśnienie robocze wynosi tylko 4 albo 5 at, wykonuje się rury cieńsze niż dla ciśnienia 8 ÷ 10 at. Natomiast znormalizowane rury żeliwne obliczone dla 10 at ciśnienia roboczego odlewnie dostarczać muszą z normalną grubością ścianki, obojętne czy ciśnienie robocze wynosi 5 at lub mniej.

Stan ten stawia zarządy miast w trudne położenie, jeżeli mają wybierać między tańszą ofertą walcowni i droższą ofertą odlewni, zwykle kończy się interes na chaotycznym handlu z cenami z dużą krzywdą odlewni.

Mimo to odlewnie nie myślą nie uznawać prac Polskiego Komitetu Normalizacyjnego i ściśle normy te przestrzegają.

Jeżeli już prawie cały świat uznaje duże korzyści normalizacji wyrobów przemysłowych, jeżeli prawie w całej Europie obowiązują te same normy dla rur żeliwnych, uważam, że rewizja «fabrycznych» grubości ścianek rur żelaznych i ustalenie analogicznych norm jak dla rur żeliwnych, stały się już koniecznością nieodzowną.

Kończąc mój referat, proszę o uchwalenie następującego wniosku:

> «Zebrani na XVII Zjeździe Wodociągowcy i Gazownicy uznają rewizję «fabrycznych» grubości ścianek rur żelaznych do celów wodociągowych i gazociągowych za sprawę niecierpiącą zwłoki.
>
> W tym celu wybiera się Komitet, któryby w ścisłej współpracy z walcowniami i wybitnymi metaloznawcami rozpatrzył wszechstronnie tezę, wygłoszoną w referacie, stwierdził na podstawie na szerszą skalę zakrojonych prób i badań jej słuszność, opracował odpowiednie normy i przedłożył je do zatwierdzenia Polskiemu Komitetowi Normalizacyjnemu.»

Inż. WŁODZIMIERZ RABCZEWSKI

Zaopatrywanie regjonu paryskiego w wodę ze studni artezyjskich.

Szybki a znaczny wzrost ludności Paryża i jego regjonu, pomiędzy innemi podstawowemi zagadnieniami, od szeregu lat wysuwa na pierwszy plan zagadnienie zaopatrywania w wodę zdrową i obfitą. Wobec niedostateczności rozporządzalnych wód źródlanych oddawna już Paryż korzystał z wód powierzchniowych rzecznych, w wysokim stopniu zanieczyszczonych, a więc wymagających poważniejszego oczyszczania.

Paryż używa wody dwóch gatunków: nieoczyszczonej, surowej dla potrzeb porządkowych i przemysłowych, oraz oczyszczonej, filtrowanej dla potrzeb gospodarczych i do picia. Największe roczne zużycie wody sięgało już w roku 1932 ilości 522 000 000 m^3 i aczkolwiek w następnym r. 1933 spadło do 500 000 000 m^3, to spadek ten miał miejsce wyłącznie na odcinku przemysłowym w związku z przesileniem ekonomicznem, natomiast zużycie gospodarcze wody doznaje stałej podwyżki. Nakłada to na Zarząd Miejski coraz to nową troskę w dziedzinie zaopatrywania miasta w wodę, troskę wciąż więcej się komplikującą ze względu na niedostateczność właściwych źródeł wody.

Troska Zarządu Miejskiego Paryża w ostatnich latach mocno się poszerzyła, a to w wyniku utworzenia regjonu Paryskiego, w którym teren miasta Paryża, aczkolwiek centralny i dominujący, nie wyczerpuje jednak całokształtu potrzeb wodnych.

Zasilania regjonu Paryskiego w wodę dokonuje pod względem administracyjnym kilka sieci wodociągowych. Są to: sieć miejska, prowadzona bezpośrednio przez urzędy miejskie; sieć wodociągowa, należąca do Syndykatu międzygminnego przedmieść Paryża (Syndicat Intercommunal de la banlieue de Paris) a koncesjonowana na rzecz Generalnej Spółki Wodnej (Compagnie Générale des Eaux) i obejmująca 140 gmin departamentów Seine, Seine-et-Oise i Seine-et-Marne, liczących ogółem 2 200 000 mieszkańców; sieć wodociągowa Syndykatu gmin półwyspu Gennevilliers dla publicznego zaopatrywania w wodę (Syndicat des communes de la presqu'île de Gennevilliers pour le service public de l'eau), koncesjonowana na rzecz Spółki Wodnej przedmieść (Compagnie des eaux de banlieue) a obsługująca 10 gmin z blisko 400 000 mieszkańców; sieć wodociągowa Państwowego Wy-

działu Wodnego (Service des eaux de l'Etat), która zasila 27 gmin departamentu Seine-et-Oise pomiędzy Versailles, Meudon i Marly, zamieszkałych przez 130 000 mieszkańców; wreszcie kilka mniejszych oddzielnych gminnych sieci wodociągowych, położonych na obwodzie regjonu i eksploatowanych przez rozmaite spółki.

Wszystkie wyżej wymienione sieci wodociągowe doniedawna były całkowicie oddzielone i niezależne jedna od drugiej. Dopiero w r. 1929 za inicjatywą Głównej Rady Sekwany (Conseil Général de la Seine) trzy pierwsze największe sieci zostały połączone; w ten sposób osiągnięto wzajemne wspomaganie się tych sieci bądź w razie jakiegoś poważniejszego przypadku, bądź w związku ze wzmożeniem zapotrzebowania wody, co wytwarza bardzo dogodne warunki dla rozdziału rozporządzalnej wody, możliwości polepszenia urządzeń zespołu, lepsze wykorzystanie włożonych kapitałów, wreszcie obniżenie kosztów nakładowych.

Dla zasilania w wodę tak rozległych sieci wodociągowych regjon Paryski wykorzystuje wszelkie nadające się źródła.

Najlepszem pod względem higjenicznym źródłem wody, jak wiadomo, są czyste wody wgłębne. Otóż regjon Paryski w tej dziedzinie posiada bardzo szczęśliwe warunki, gdyż w gruntach swoich, co prawda na większych głębokościach, zawiera warstwy wodonośne, liczne a obfitujące w wodę. Paryż zajmuje centrum niecki geologicznej, zawierającej szereg warstw wodonośnych, przykrytych warstwami nieprzepuszczalnemi; stwarza to typowe warunki gromadzenia się w warstwach wodonośnych wód pod ciśnieniem, a więc artezyjskich; wobec tego otwory studzienne, dowiercone do tych warstw, dają wodę wyskokową, artezyjską.

Wody artezyjskie znajdują się głównie w departamentach Seine i Seine-et-Oise w wodonośnych warstwach zielonych piasków albu.

Już w r. 1833 w miejscowości Grenelle pod Paryżem i dla potrzeb Paryża rozpoczęto wiercenie otworu studziennego; otwór ten dotarł do głębokości 548 m i był ukończony w r. 1841, a więc budowa jego trwała 8 lat. Następnie w rozmaitych odstępach czasu były wiercone dalsze studnie, jednakże do r. 1925 czynnych studni w okolicach Paryża było zaledwie 9: w departamencie Seine 5 i w departamencie Seine-et-Oise 4. Dopiero po r. 1925, dzięki postępom w wiertnictwie, co prawda w znacznej mierze zdobytym w praktyce przemysłu naftowego, budowa studni doznaje nasilenia, i oto w r. 1934 czynnych studni jest już 25: w departamencie Seine 11 i w departamencie Seine-et-Oise 14. Postępy w budowie studni artezyjskich dla czerpania wody kroczyły w kilku kierunkach: doskonalono samą technikę wiercenia, doskonalono obudowę studni, wreszcie podnoszono stopień wykorzystywania eksploatowanej warstwy wodonośnej w drodze tworzenia właściwego filtra, zapewniającego największą trwałą wydajność studni.

W regjonie Paryskim studnie wiercono dla rozmaitych celów. Przedewszystkiem więc dla otrzymywania wody pitnej; następnie dla celów przemysłowych, wreszcie dla zakładów techniczno-sanitarnych (zakłady kąpielowe w Paryżu przy ul. Blomet, w Butte-aux-Cailles); dla ostatniego celu wody te, czerpane z wielkiej głębokości i posiadające wskutek tego wyższą temperaturę, okazały się szczególniej przydatne i korzystne.

Generalna Spółka Wodna (Compagnie Générale des Eaux), eksploatująca zaopatrywanie w wodę wielkiej ilości gmin regjonu Paryskiego, dla wzmożenia zasilania wodą północno-wschodnich części regjonu rozpoczęła w czerwcu 1933 roku budowę w Aulnay-sous-Bois jednej z najgłębszych studni, wywierconych dotychczas dla czerpania wody, bowiem głębokość tej studni wyniosła 831 m; szybkość wykonania była niezwykła, bo zaledwie 3 miesiące, a więc pogłębianie jej wynosiło ponad 9 m na dobę. Dla właściwej oceny postępów techniki wiercenia należy porównać szybkość tego wiercenia z wyżej przytoczonem wierceniem studni w Grenelle; a jeszcze w r. 1907 inż. Lindley, opracowując dla m. Łodzi projekt wodociągów, ustala według ówczesnego stanu techniki wiertniczej czas wiercenia studni o głębokości 600 m na 3 lata.

Wody artezyjskie regjonu Paryskiego znajdują się w dwóch warstwach wodonośnych, w związku z czem posiadają dwa poziomy statyczne. Najstarszą studnią pierwszego poziomu jest wymieniona już słynna studnia w Grenelle, ukończona w r. 1841, w której zwierciadło wody — poziom statyczny — wznosiło się w roku budowy do 128 m ponad 0 morza. Nieracjonalne forsowanie studni, jak również niecelowa eksploatacja wodonośca spowodowały postępujący spadek statycznego poziomu wody, czerpanej z tej warstwy. A więc studnia w Passy, wybudowana w r. 1861, ma zwierciadło wody na poziomie 93 m ponad 0 morza; studnia w Butte-aux-Cailles, zbudowana w tym samym roku, na poziomie 89 m ponad powierzchnią morza; wybudowana w r. 1934 studnia

w Noisy-le-Grand ma statyczny poziom wody już tylko na wysokości 55,75 m ponad morzem. W ten sposób w niecce Sekwany w ciągu 93 lat hydrostatyczny poziom obniżył się o 73 m.

W zlewni Seine-et-Oise studnia w Maisons-Laffitte, wybudowana w r. 1909, posiadała poziom wody na wysokości 78 m ponad morzem; studnia w Poissy, budowy 1931 r., ma zwierciadło wody na 69 m ponad powierzchnią morza; studnia w Aulnay-sous-Bois, budowana w r. 1933, wykazuje poziom na wysokości 63,90 m ponad morzem, studnia w Villemomble, budowy 1934 r., ma poziom statyczny na wysokości 60 m ponad morzem; wreszcie studnia w Butte-aux-Cailles, budowy 1934 r., ma zwierciadło wody zaledwie na wysokości 54 m ponad morzem.

Zjawisko obniżania się poziomu hydrostatycznego wodonośca wskazuje na zmniejszanie się wydajności jego, a powodowane jest bezplanowem zakładaniem studni w odległościach jedna od drugiej niedostatecznych, wywołujących wzajemne ich oddziaływanie; wreszcie forsowne czerpanie wody ze studni ponad ich normalną wydajność również ujemnie wpływa na reżym wodonośca.

Studnia w Aulnay-sous-Bois, dostarczająca w październiku 1933 r. 6 100 m³ wody na dobę przy dynamicznym poziomie 44,50 m ponad morzem, w 2 dni po uruchomieniu studni w bliskiem sąsiedztwie — w Noisy-le-Grand — daje 5 500 m³ wody na dobę, a po uruchomieniu studni w Villemomble już tylko 4 800 m³.

Do wzmożenia wiercenia otworów studziennych, poza wzmożoną potrzebą wody, w znacznej mierze przyczynia się znakomite ulepszenie samej techniki wiercenia, wybitnie wpływające tak na skrócenie czasu wykonania studni, jak też i na obniżenie kosztów jego.

Jako przykład wiercenia otworu studziennego według nowoczesnych zdobyczy techniki wiertniczej może być przytoczona cytowana wyżej budowa studni w Aulnay-sous-Bois.

Przy dotychczasowych sposobach wiercenia, dla zabezpieczenia ścian odwiertu przed usypywaniem się gruntów sypkich ruchomych oraz przed przenikaniem weń nawierconych wód gruntowych lub też z innych — poza wyznaczoną — warstw wodonośnych, w miarę zagłębiania się świdra wiertniczego należało stopniowo rurować odwiert zapomocą rur wiertniczych. Podobne sposoby wiercenia odwiertów naturalnie wymagały dłuższego czasu wykonania budowy studni, a więc i większego nakładu środków finansowych i wobec tego stwarzały wielkie przeszkody dla wykorzystywania wód artezyjskich jako źródeł wody.

Generalna Spółka Wodna (Compagnie Générale des Eaux) w ostatnich latach wykonała szereg odwiertów nowym sposobem, t. zw. sposobem Layne'a, który pozwolił w bardzo krótkim czasie, bo zaledwie w okresie od 3 do 6 miesięcy, wybudować studnie głębokości od 500 do przeszło 800 m; tak zostały wykonane otwory: w Poissy głębokości 532 m, w Achères — 596 m, w Nanterre — 662 m, w Orsay — 634 m, w Viry-Châtillon — 689 m, w Aulnay-sous-Bois — 831 m, w Noisy-le-Grand, w Villemomble i w Butte-aux-Cailles.

Główną cechą sposobu Layne'a jest wykonywanie odwiertu drogą wiercenia bez rurowania z wtłaczaniem do otworu pod ciśnieniem płóczki glinowej; gdy pogłębianie jest już ukończone, opuszcza się do otworu rury i u podstawy rur na dnie studni umieszcza się filtr ze żwiru, który przyczynia się do osiągnięcia regularnej wydajności studni bez obawy jej zamulenia. Do braku potrzeby rurowania odwiertu w czasie jego pogłębiania, zastępowanego przez umacnianie i uszczelnianie jego ścianek zastrzykiwaną gliną, dochodzi się w ten sposób, że świder wiertniczy posiada otwory, komunikujące się z wydrążonym przewodem wiertniczym, przez który zapomocą specjalnej pompy wtłaczana jest płóczka glinowa; płóczka glinowa przez otwory w świdrze wchodzi do przestrzeni pomiędzy przewodem wiertniczym a ściankami studni, tu wznosi się do powierzchni ziemi, zagarniając ze sobą odwiercone cząstki gruntów, i wylewa się do zbiornika, skąd spowrotem czerpana jest przez pompę dla ponownego wtłoczenia do studni. Jest to więc zamknięty, nieprzerwany obieg płóczki.

Ciśnienie, pod którem wtłacza się do studni płóczkę glinową, jak również jej zagęszczenie, są regulowane w zależności od właściwości gruntów przewiercanych. Płóczka glinowa, wypełniająca studnię, wskutek ciśnienia, pod którem się znajduje, oraz własnego ciężaru gatunkowego, który jest znacznie większy od ciężaru gatunkowego wody, przenika w grunty ruchome, wchodząc w nie bliżej lub dalej od ścianek odwiertu; przytem glina osiada w przestrzeniach pomiędzy cząstkami gruntu i całkowicie je zamula, wskutek czego grunt staje się uszczelniony i tak umocniony, jak gdyby był scementowany.

Zastosowanie płóczki glinowej wytwarza ponad to bardzo korzystne zrównoważenie ciśnienia napotykanych pośrednich warstw wodonośnych, a wreszcie i samego wodonośca, stanowiącego cel wiercenia i przeznaczonego do wykorzystania; w przypadku bowiem wodonośca o wyższem ciśnieniu zachodzą zazwyczaj większe trudności przy dobijaniu doń otworu, gdyż w tym momencie woda z wodonośca może wytrysnąć z taką raptownością i siłą, że urządzenia wiertnicze i studzienne doznają uszkodzeń, a przewiercenie wodonośca na przeznaczoną do wykorzystania miąższość staje się utrudnione, nieraz zaś i całkiem uniemożliwione; przy zastosowaniu wtłaczania płóczki glinowej ma się możność dowolnie opóźniać nawet wytryskiwanie wody, a to w drodze równoważenia ciśnienia wodonośca słupem cieczy wtłaczanej, której ciężar gatunkowy może być zmieniany stosownie do potrzeby.

Po ukończeniu wiercenia całego otworu, nie przerywając obiegu płóczki glinowej, opuszcza się do odwiertu rury, których dolny odcinek stanowi filtr; następnie gęstość płóczki wtłaczanej zostaje stopniowo zmniejszana aż do wtłaczania czystej wody włącznie, co daje w wyniku usunięcie z dolnej części i dna studni gliny, która je zamulała; w miarę tych zmian w przepłókiwaniu studni ciśnienie słupa płóczki w niej zmniejsza się, ciśnienie wody wodonośca wyzwala się spod przewagi słupa mieszanki, a pod jego wpływem woda wodonośca wznosi się stopniowo, ustawiając się na określonym poziomie w studni lub też wytryskując z niej, co już jest zależne od warunków topograficznych.

Jak wyżej zaznaczono, u podstawy filtra ustawia się trzon filtrujący, stanowiący również cechę charakterystyczną sposobu Layne'a. Filtr składa się przedewszystkiem z rury stalowej, ocynkowanej, o średnicy mniejszej lub równej średnicy rur wiertniczych, posiadającej swoistej postaci otwory i przedłużonej do podstawy studni zapomocą buta stożkowego; górna część filtra zaopatrzona jest w dodatkową część, zapomocą której łączy się z rurami, a która służy ponad to do rozdzielania żwiru; w tym celu ta dodatkowa część posiada boczne otwory, komunikujące się z zewnętrzną obrączkową przestrzenią filtra, przez które może wypływać żwir, a które zamyka obracająca się zasuwa; zasuwa ta, kierowana zapomocą drążka, pozwala na perjodyczne odrzucanie żwiru nazewnątrz filtra do wnętrza studni. Przez przewód wiertniczy, który służył do wtłaczania płóczki glinowej, wtłacza się również pod ciśnieniem wodę, która przez zawornik, umieszczony u podstawy filtra, wchodzi w obrączkową przestrzeń filtra, wznosi się tu, porywając piasek i glinę i wytwarzając próżnię, którą zapełnia wtłaczany żwir; w ten sposób na miejsce gruntu, wypłókanego zapomocą wtłaczanej wody, poza rurą filtrową tworzy się obrączkowy filtr żwirowy o postaci jajowatej, który spełnia właściwe czynności filtrujące wodę, a jednocześnie zwiększa powierzchnię dopływu wody do studni; to też i wydajność otworu się powiększa, gdyż przy niezmienionej wydajności studni szybkość wody na powierzchni, oddzielającej piasek wodonośca od żwiru, jest mniejsza od tej, która byłaby przy przepływie wody bezpośrednio przez rurę filtrową bez trzonu żwirowego; powoduje to zmniejszenie ilości piasku, porywanego przez wodę przy normalnem działaniu studni, a więc pozwala na forsowanie jej wydajności. Żwir, stosowany do wytworzenia trzonu filtrowego, jest kalibrowany stosownie do właściwości gruntu wodonośca oraz ciśnienia; w rejonie Paryskim stosuje się żwir wielkości ziarn grochu.

Sposób Layne'a budowy studni artezyjskich pozwala ujmować głębokie wody poprzez wyżej leżące warstwy wodonośne, bądź mniej nadające się do wykorzystania, bądź wcale nienadające się, i to bez jakiegokolwiek bądź ich mieszania się.

Wiertnicza wieża, używana przy tego rodzaju wierceniu, ma wysokość 40 m. Otwór wiertniczy w Aulnay-sous-Bois prowadzono o średnicy 0,45 m i wykonywano go zapomocą bądź zwykłego świdra o dłucie ze specjalnej stali o wysokiej wytrzymałości, pracującego w kierunku gwiaździstym, bądź też świdra obrotowego. Wiercenie odbyło się bez większych trudności, tyle tylko, że wypadło studnię pogłębić o blisko 100 m więcej, niż to było przewidywane na podstawie badań map geologicznych rejonu; skutkiem zwiększenia głębokości było zwiększenie ciężaru kolumny rur, podtrzymywanej podczas rurowania otworu.

Przy dotychczasowych sposobach wiercenia otworów, rurowanie wykonywa się stopniowo jednocześnie z pogłębianiem otworu, przyczem zewnętrzna średnica rur wiertniczych równa się średnicy odwiertu w warstwach gruntu; wymaga to wielkich wysiłków oraz dłuższego czasu, lecz za to podtrzymywanie kolumny rur, której waga przy głębokich otworach jest bardzo pokaźna, wobec zaciskania jej w gruntach, jest łatwiejsze. Przy

wierceniu sposobem Layne'a zewnętrzna średnica rur wiertniczych jest znacznie mniejsza od średnicy odwiertu w gruntach i samo opuszczanie rur odbywa się po wykonaniu otworu na całą głębokość, wobec czego opuszczanie to trwa bardzo krótko, lecz wymaga podtrzymywania znacznie większego ciężaru, bo ciężaru całej kolumny rur, swobodnie zawieszonej w otworze. Ponieważ cała kolumna składa się z rur stopniowo przymocowywanych jedna do drugiej zapomocą kielichów nakręconych, cały ciężar kolumny rurowej jest utrzymywany przez ostatni kielich nakręcony, zaklinowany w ujściu studni w zacisku.

Przy budowie otworu w Aulnay-sous-Bois dla rurowania użyto rur stalowych ciągnionych o wewnętrznej średnicy 300 mm i grubości ścianek 9 mm; całkowita kolumna ważyła 75 tonn, który to ciężar musiały podtrzymywać ostatnie odcinki rur, wobec czego metal w nich pracował z obciążeniem większem, niż to jest zazwyczaj przy tego rodzaju robocie dopuszczane; to też po przeprowadzeniu odpowiednich studjów zastosowano swoisty profil gwintowania o oporze większym, niż opór normalnego kroku gwintu.

Wiercenie studni rozpoczęto 25 czerwca 1933 r., a już w dniu 23 września tego roku wykonano jej rurowanie; zostało ono przeprowadzone bez żadnego wypadku, z szybkością i dokładnością, godnemi największej uwagi; opuszczanie rur rozpoczęło się o godz. 12-tej i zostało ukończone już o godz. 22-giej tego dnia, a więc trwało 10 godz., opuszczono zaś i nakręcono 150 rur Bezpośrednio po ukończeniu rurowania zostało zainstalowane złoże filtrujące i funkcjonowanie studni rozpoczęło się; dobowa wydajność studni wyniosła 6 300 m³ wody, pod względem bakterjologicznym zupełnie czystej, posiadającej temperaturę 30° C; woda ze studni przetłaczana jest do zbiornika wieżowego, umieszczonego na wysokości 40 m ponad powierzchnią, a posiadającego pojemność 1 000 m³; w celu obniżenia temperatury wody dla potrzeb gospodarczych jest ona mieszana z wodą z 2 studni, wywierconych w odległości kilkuset metrów i dostarczających wodę z piasków soissońskich z głębokości 90 m, o temperaturze około 10° C.

Tak więc regjon Paryski, służący jako przykład właściwej organizacji, daje jednocześnie znakomity przykład zastosowania najnowszych sposobów budowy studni artezyjskich, udoskonalających i ułatwiających właściwe rozwiązanie zagadnienia zaopatrywania osiedli w wodę.

Inż. JULJUSZ OLEŚ

Krakowski węzeł wodny.

Zlewnia krakowska, posiadająca początkowo jako odbiornik tylko Wisłę, wskutek rozrostu objęła następnie dopływy Wisły i obecnie leży ona nad 7-miu rzekami — tak, jak Rzym na 7-miu wzgórzach. Rzekami temi są: Rudawa z Młynówką Królewską, Sudoł, Białucha, Wilga, Drwina i Serawa. Młynówkę Królewską można tu też zaliczyć, gdyż posiada ona własną zlewnię, z której przyjmuje wody, i stanowi niejako drugie ramię Rudawy, przepływające przez miasto. Wszystkie te rzeki i potoki posiadają własne zlewnie, z których wody sprowadzają do Wisły jako do głównego odbiornika.

Zadaniem rzeki, przepływającej przez osiedle, jest zwykle dostarczenie temu osiedlu potrzebnej wody czystej i następnie przejęcie tej wody jako już zanieczyszczonej w formie ścieków, które musi odbudować, aby prowadzić w dalszym swym biegu wodę czystą i zdrową, tak dla potrzeb swego świata roślinnego i zwierzęcego, jak i dla dalszego użytku następnych osiedli.

W okresach, w których rzeka prowadzi wielkie wody, zagraża ona zalaniem i zniszczeniem, przed którem musi się osiedle nad nią położone zabezpieczyć.

W ten sposób można zadania, jakie tu mamy, podzielić na trzy grupy:

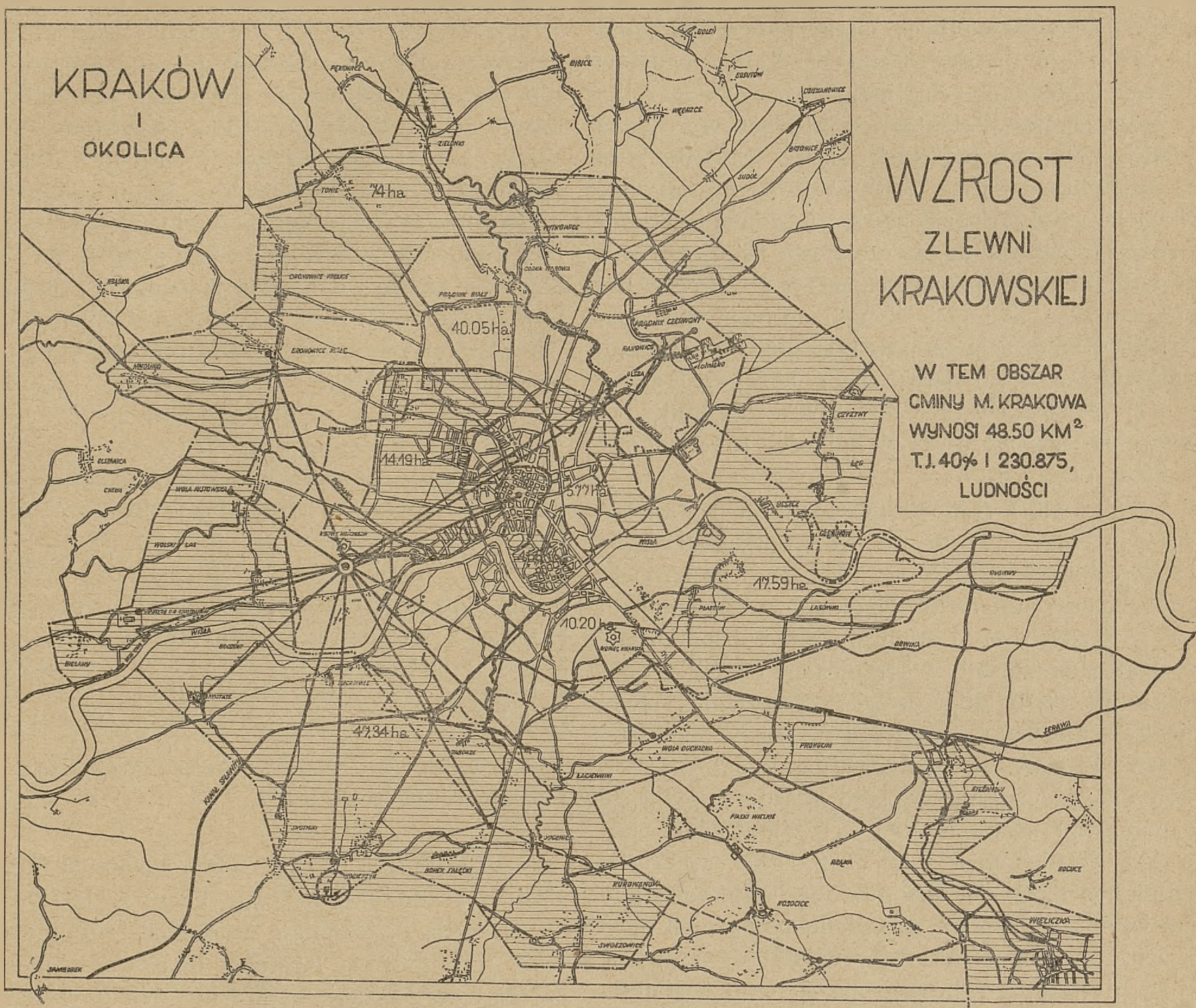
1) doprowadzenie i odprowadzenie wód dla potrzeb miasta,
2) utrzymanie odbiornika w stanie czystym i zdrowym,
3) ochrona nisko położonych terenów przed powodzią.

Przejdziemy te grupy kolejno.

I. Doprowadzenie i odprowadzenie wód dla potrzeb miasta.

Dla rozpatrzenia tej sprawy musimy najpierw zapoznać się ze stopniowym rozrostem zlewni krakowskiej.

1) Przyjmując jako pierwszą (rys. 1) zlewnię z dawnych czasów do XIX wieku, kiedy ludność Krakowa liczyła od 19 213 głów (1791 r.) do 74 601 głów (1890 r.), była to zlewnia śródmieścia w obrębie plant, Kazimierza i Stradomia. Powierzchnia tej zlewni wynosiła 1,56 km². Kanalizacja i wodociągi z dawniejszych czasów były drewniane,



Rys. 1.

w formie rur wierconych z pni dla wodociągu i rynien wyciosanych z pni z przykrywami z grubych forsztów dla kanalizacji (rys. 2). Z późniejszych czasów Wolnego miasta Krakowa mamy kanalizację t. zw. blokową, t. j. kanały murowane z kamienia, wykładane ciosami i posiadające dna o wyrobionej kinecie z ciosów, a kanały te biegną pod blokami realności i wpadają do kolektorów w dawnych rowach fortecznych pod plantami, lub do starego koryta Wisły w ul. Dietlowskiej i drugiej odnogi Wisły koło Podgórza, stanowiącej dzisiejsze koryto Wisły.

Jeszcze w ubiegłym roku, przy przyłączaniu realności do nowo zbudowanego kanału w ul. Krakowskiej, natrafiono na połączenie domowe, czynne, z rur drewnianych, wierconych, w realności położonej za kościołem OO. Bonifratrów, które to połączenie przyłączone było do dawnego kanału ulicznego.



Rys. 2. *Drewniane rury wodociągowe i rynny kanalizacyjne.*

2) Zlewnia z końca XIX w. aż do roku 1906 obejmuje powierzchnię 5,77 km² przy zaludnieniu do 97 931 głów. Jest to okres budowy kanałów ulicznych betonowych, jednak łączonych tylko w poszczególne kolektory z ujściem wprost do Wisły w różnych punktach miasta. Kanalizacja ta ze względu na płaski teren Krakowa musiała być w wielu punktach za płytka i wymaga rekonstrukcji, która została już częściowo uskuteczniona. W każdym razie należy zaznaczyć, że Kraków był już wówczas najlepiej skanalizowanem miastem Polski. Kanalizacja ta powstała głównie pod kierunkiem inż. Stanisława Świerzyńskiego.

3) Zlewnia od 1906 do 1914 r. obejmuje powierzchnię 24,39 km² przy ludności 153 203 głów w roku 1914.

Rok 1906/7 stanowi dla kanalizacji krakowskiej przełom. Wtedy to inż. Andrzej Kłeczek, ze względu na zamierzone przez Rząd austrjacki budowle ochronne na Wiśle, opracowywuje, na podstawie ścisłych dat i studjów, projekt kanalizacji lewobrzeżnej zlewni w granicach fortów o powierzchni 14,19 km², dalsze rozszerzenie zlewni nie było możliwe ze względu na ścisły rejon forteczny. Projekt ten ujednostajnia kanalizację całego miasta, przyjmując jako zasadę kanalizację wspólną, spławną i przełazową. Projekt oparty jest na krzywej deszczów z lat 1888÷1906, wykreślonej na podstawie dat krakowskiego obserwatorjum astronomicznego, z uwzględnieniem opóźnień przepływu, sposobem wykreślnym autora projektu, który niestety dotychczas sposobu tego dostatecznie nie ogłosił.

Do zlewni tej została następnie przyłączona zlewnia prawobrzeżna podgórska o powierzchni 10,20 km².

4) Po roku 1918, t. j. po wojnie i zniknięciu rejonów fortecznych, zlewnia rozrasta się w r. 1930 do powierzchni 57,64 km², obejmując zlewnię lewobrzeżną Wisły o powierzchni 40,05 km² i prawobrzeżną o powierzchni 17,59 km², przyczem ludność w 1930 r. wzrasta do 214 504 głów. Zaznaczyć należy, że zlewnia ta sięga daleko poza granicę samego Krakowa, obejmując obszary gmin przyległych.

5) Obecnie, ze względu na szybki rozwój gmin sąsiednich i miejski sposób ich rozbudowy, jak i ze względów terenowych konieczności przyjęcia ich wód do kanalizacji krakowskiej, należałoby granice te jeszcze dalej rozszerzyć, obejmując tereny narazie najbliższe, przynależne do zlewni krakowskiej czy to ze względów doprowadzenia czystej wody, czy też odprowadzenia ścieków i zanieczyszczania rzek. Zlewnia powstała w ten sposób wzrasta gwałtownie, obejmując 77,18 km² po lewym brzegu Wisły i 47,34 km² po prawym brzegu Wisły, t. j. łącznie 124,52 km². Ludność obecna Krakowa wynosi 233 066 głów, gmin zaś przyległych 66 422 głowy, czyli, że zlewnia ta posiadałaby ludności 299 488 głów. Zaznacza się przytem, że obszar samego Krakowa, jako gminy, obejmuje powierzchnię 48,50 km², co stanowi 40 % całkowitej zlewni, reszta zaś t. j. 60% przypada na gminy okalające Kraków (tabl. I).

Tablica I.

Wzrost zlewni krakowskiej		
Okres	Ludność	Powierzchnia
Wiek XIX średnio	50 000	1,56 km²
Koniec XIX w. do 1906 r.	97 931	5,77 „
1906 do 1914 r.	153 203	24,39 „
1930 r.	214 504	57,64 „
1935 r.	299 488	124,52*) „

*) W tem obszar Gminy m. Krakowa wynosi 48,50 km² t. j. 40 % i ludności 233 066.

Wisła 22 km swojego biegu przepływa przez zlewnię krakowską, t. j. od km 68 do 89.

Zlewnia ta obejmuje na zachodzie gminy Bielany, Przegorzały, Kostrze, Bodzów, Pychowice ze względu na zanieczyszczenie Wisły, która na tej przestrzeni stanowi miejsce poboru wody dla wodociągu krakowskiego, co jest tem ważniejsze, że w gminach tych prawie rok rocznie panuje czerwonka nagminnie, a ścieki z tych gmin prowadzą wprost do Wisły. Dalej włączono do zlewni tej Kobierzyn, jako duże osiedle ze względu na istniejący tam szpital i korzystanie z wodociągu krakowskiego, Borek Fałęcki, jako miejscowość fabryczną zanieczyszczającą wody Wilgi do tego stopnia, że te jeszcze u ujścia do Wisły nie mogą być używane dla celów gospodarstwa domowego, a tem więcej do picia. Dalej ku wschodowi włączono Wolę Duchacką, Prokocim i Bieżanów, jako gminy zabudowane na sposób miejski, a przynależne terenowo do zlewni Drwini, która ma ewentualnie służyć do odprowadzenia ścieków krakowskich. Nadto przyłączono też miasto Wieliczkę o powierzchni 4,00 km² i ludności ok. 9 000 głów, które odprowadzając swe ścieki do Serawy, sta-

nowiącej dopływ Drwini, tem samem do zlewni tej przynależy.

Na północy miasta przyłączono dalsze obszary, dziś już silnie zabudowane, gdzie mieści się np. lotnisko, obecnie już skanalizowane, a z których to obszarów ścieki zanieczyszczają rzeki płynące następnie przez znaczne przestrzenie miasta Krakowa.

Na obszarze tej całej zlewni mamy 3 wodociągi, a to: wodociąg krakowski ze studniami na Bielanach i pomocniczemi na Zwierzyńcu, którego zasięg obejmuje już dzisiaj prawie całą tę zlewnię, dalej wodociąg Solvay'a z ujęciem wody w Pychowicach, a prowadzący ją do Borku Fałęckiego i dalej do Barycza i Wieliczki, oraz wodociąg szpitala Uniwersytetu Jagiellońskiego dla dzieci jagliczych w Witkowicach z ujęciem wody nad tamtejszym potokiem, a doprowadzający ją do szpitala. Pozatem istnieje tu kilka wodociągów fabrycznych mniejszych.

Wodociąg krakowski przy powiększeniu ilości studni wystarczy jeszcze na szereg lat, w przyszłości jednak, w razie potrzeby szukania nowych źródeł, wobec coraz powszechniejszego używania wód powierzchniowych dla celów wodociągowych, będzie musiał szukać prawdopodobnie zaspokojenia zapotrzebowania w górnym biegu Białuchy lub u źródeł Wilgi.

Również na obszarze tej zlewni istnieją już 3 większe oczyszczalnie, a to: w szpitalu dla nerwowo i umysłowo chorych w Kobierzynie, w szpitalu U. J. dla dzieci jagliczych w Witkowicach i na lotnisku wojskowem w Rakowicach, oraz kilka oczyszczalni mniejszych, a wszystkie one wymagają opieki i obsługi.

Takie ustalenie zlewni wymaga opracowania projektu tak kanalizacji, jak i wodociągów dla całego tego obszaru. Projekt ten winien być tak pomyślany, aby umożliwiał częściowe wykonanie budów i ich funkcjonowanie, zanim zostaną one związane w jedną całość. Rozumie się przez to powstawanie kanalizacyj rejonowych, zastosowanych do przyszłych kolektorów, któreby jednak umożliwiały już obecnie odprowadzanie wód po ich oczyszczeniu do poszczególnych rzek, a przez to poprawiały stosunki zdrowotne tak na samej zlewni, jak i w odbiorniku. Doświadczenie bowiem dzisiejsze uczy, że powstające osiedla, nie czekając na kolektory, wypuszczają wszelkie zanieczyszczenia bez żadnego oczyszczenia do najbliższych ścieków, któremi dostają się one do rzek.

Ze względu na istniejące już kolektory i silny przyrost zlewni, jak również na przyszłe oczyszczanie ścieków miejskich, należałoby ze zlewni krakowskiej wydzielić obszary, w których możnaby zastosować kanalizację rozdzielczą, odprowadzającą wody opadowe wprost do najbliższego odbiornika, zaś wody brudne — kanałami o małych przekrojach do sieci kanałowej. Do takich zlewni należą: Góra św. Bronisławy, zlewnia bronowicka, zlewnia Białuchy w większej swej części, zlewnia Krzemionek i t. d.

Tak opracowany projekt zapewniałby zdrowotność obszarowi silnie zabudowującemu się, rzekom zaś zapewniałby należytą czystość.

Pozostawienie sprawy zaopatrywania w wodę, a szczególnie odprowadzania ścieków z terenów poza Krakowem samym gminom nie jest wskazane, gdyż gminy te, nie posiadając odpowiednich środków finansowych, ani sił technicznych, zadań tych rozwiązać nie mogą, a wszystko co zrobią będzie tylko zmarnowaniem pieniędzy publicznych i będzie musiało być w przyszłości przerobione. Sprawa dla samego Krakowa jest o tyle ważna, że te sąsiednie gminy dostarczają miastu produktów spożywczych.

II. Utrzymanie odbiornika w stanie czystym i zdrowym.

Każda woda płynąca posiada zdolność utrzymania się w stanie czystym i zdrowym, którą nazywamy samooczyszczaniem się wód.

To samooczyszczanie wód polega na:

1) oczyszczaniu mechanicznem, t.j. na osadzaniu na dnie stałych części mineralnych,
2) oczyszczaniu chemicznem, polegającem na wydzielaniu wapna, odżelezianiu, wydzielaniu gazów i t. d.,
3) oczyszczaniu biologicznem, gdzie główną rolę spełniają drobnoustroje.

W wodzie rozgrywają się równocześnie i kolejno bardzo różnorodne przemiany, których końcowym wynikiem jest zupełne zniszczenie wszystkich zawartych w niej, a szkodliwych substancyj organicznych. Rola poszczególnych istot żyjących jest przytem w różnym czasie różna. Najpierw bakterje niszczą skomplikowane martwe materje organiczne, jak odpadki roślinne i zwierzęce. W najbardziej brudnych wodach, prawie beztlenowych, znajdują się bakterje gnilne, które z ciał białkowych tworzą amonjak, siarkowodór, kwas węglowy i t. d. Dalej idą bakterje fermentacyjne,

które z węglowodanów tworzą kwasy organiczne i dwutlenek węgla, a ponadto bakterje powodujące fermentację celulozy, które oprócz wodoru i kwasu węglowego tworzą także metan.

Po tych niszczycielach przychodzą twórcy, a z tych przedewszystkiem glony. Te, pobierając amonjak, kwasy organiczne i sole, tworzą z nich swe własne ciało. Niektóre glony istnieją już w bardzo brudnych wodach, inne rozwijają się dopiero, gdy woda zostaje już częściowo oczyszczona. Zielone glony są specjalnie ważne dla gospodarki wodnej, gdyż oddają one wodzie tlen, a przez to wspierają procesy oksydacyjne i butwienia. Wyższa roślinność wodna działa tak samo, dostarczając tlenu.

W następstwie procesu przemian występują mikroskopijne drobnoustroje zwierzęce, które pożerają poprzednio wymienione bakterje i glony, oczyszczając w dalszym ciągu wodę. Do tego procesu pożerania przyłączają się następnie większe ustroje zwierzęce, jak czerwy, pławy, poczwarki i różne raczkowate. Kończą ten proces, zjadając poprzednie, najwyższe istoty wodne, t. j. ryby.

Wynikiem końcowym jest przemiana wszystkich ciał organicznych z jednej strony w substancje mineralne, które jako osad opadają na dno, z drugiej zaś strony w wyższe organizmy żywe, a przez przemiany te następuje oczyszczenie wody.

Najniebezpieczniejszemi zanieczyszczeniami — poza truciznami metalicznemi, jak arsen — są zanieczyszczenia podlegające gniciu, które powodują nieprawdopodobny rozrost bakteryj pochłaniających tlen z wody i mogą spowodować wyduszenie się wszystkich ryb wskutek braku tlenu.

Zdolność samooczyszczania się wód jest jednak ograniczona, tak, że wody mogą przyjąć tylko pewne określone ilości zanieczyszczeń, aby je samoczynnie odbudować. Ilość zanieczyszczeń, jakie dany odbiornik jest w stanie samoczynnie odbudować, nazywamy pojemnością danego odbiornika.

Na tem polega fakt, że odbiornik, który zupełnie dobrze wystarczał dawniej, wykazuje następnie duże zanieczyszczenie, szkody w rybostanie i t. d. Przykładem może tu być Wisła pod Krakowem, gdzie pamiętamy jeszcze na jej brzegach pełno rybaków z wędkami i podrywkami, łowiących ryby, podczas gdy dziś jest to widok zupełnie niespotykany.

Przyczyną zanieczyszczenia Wisły pod Krakowem są przedewszystkiem już ścieki fabryczne i miejskie z Górnego Śląska, które na przestrzeni górnej Wisły nie mogą być jeszcze odbudowane, czego najlepszym dowodem jest deficyt tlenu wody wiślanej pod Bielanami, jak również konieczność wprowadzenia w ostatnich latach chlorowania wody wodociągowej w Krakowie, oraz wzrost chorób zakaźnych w Krakowie w ostatnich latach. Za wielka ilość zanieczyszczeń w stosunku do ilości wody w górnym biegu Wisły i za krótki czas przepływu nie dozwala tu na zupełne samooczyszczenie. Dla rozwiązania tego zadania trzeba będzie dolinę Wisły zamknąć przegrodą, np. w Tyńcu, przez co wytworzy się zbiornik wody, zwiększający znacznie jej ilość, i przedłuży się znacznie czas przepływu, a przez to uzyska się możność całkowitego oczyszczenia wód. Kwestja żeglugi w razie wybudowania kanału spławnego byłaby rozwiązana, w razie zaś przeciwnym należałoby zbudować w tym celu śluzę komorową.

Jakie zanieczyszczenie powodują ścieki krakowskie w Wiśle, mogą dać obraz następujące dane:

Wisła pod Krakowem prowadzi

przy średniej wodzie	40 m^3/sek,
przy małej wodzie	18 m^3/sek,
przy wielkiej wodzie	3 300 m^3/sek,
przy średniej dużej wodzie	180 m^3/sek.

Należy przytem pamiętać, że wody Wisły przychodzą do Krakowa już częściowo zanieczyszczone, jak podano poprzednio, wskutek czego są one mniej zdolne do odbudowywania dalszych zanieczyszczeń.

Ilość ścieków wód brudnych Krakowa dla całkowitej podanej zlewni przy 300 000 mieszkańców nietrudno obliczyć. Według danych Wodociągu miejskiego zużycie wody wynosi 150 litrów na głowę i dobę, a przyjmując w gminach okolicznych po 50 litrów na głowę i dobę, otrzymamy średnie zużycie 134 litrów na głowę i dobę, co da w godzinach największego zużycia około 1 200 l/sek, a więc przy małej wodzie da rozcieńczenie 1 : 15.

Ilość osadu wprowadzana dziennie do Wisły wynosić będzie 300 m^3, co dla zobrazowania można przedstawić jako 30 wagonów. Jak więc z tych dat widać, zanieczyszczenie Wisły ściekami krakowskiemi jest bardzo wielkie i musi powodować w czasie niskich stanów wód szczególnie duże zmiany w składzie wody i wpływać ujemnie na rybostan. Związek Rybaków krakowskich podaje, że na przestrzeni między Krakowem a ujściem Dunajca ginie rocznie około 100 000 kg ryb szlachetnych, a więc strata roczna wynosiłaby — przyj-

mując cenę jednostkową na 2 zł — około 200 000 zł. Co do strat, jakie powoduje tak zanieczyszczona woda dla zdrowia i życia ludności oraz inwentarza miejscowości położonych poniżej Krakowa, niema żadnych dat statystycznych, przypuszczać jednak należy, że straty te są jednak znaczne. Tu także zaznaczyć należy, że powódź, powodująca olbrzymie straty materjalne i w życiu ludzkiem, występuje tylko perjodycznie, a to małe powodzie w okresach około 5-letnich, większe powodzie w okresach 25-letnich i trwają one przez krótki okres paru dni, podczas gdy zanieczyszczanie i zatruwanie wód rzecznych ściekami odbywa się stale dzień po dniu bez żadnej przerwy. Danych, co do strat spowodowanych zanieczyszczeniem Wisły ściekami, mógłby udzielić jedynie Wojewódzki Urząd Zdrowia po przeprowadzeniu przez dłuższy okres czasu szczegółowych obserwacyj na terenach zagrożonych.

Dr inż. Mahr wylicza dopuszczalne zanieczyszczenie czyli pojemność odbiornika ze stosunku tlenu, potrzebnego ściekom do utrzymania się w stanie świeżym, do ilości tlenu, jaki rzeka zdolna jest sobie przyswoić przez pochłanianie go na powierzchni z powietrza. Uwzględnia on w tym wzorze także szerokość zwierciadła wody, chyżość i głębokość. Daty, podane przez niego dla zapotrzebowania tlenu przez ścieki, odnoszą się do średniej wartości ścieków miast niemieckich, będą więc one odpowiadać w przybliżeniu ściekom krakowskim, jako miasta dość uprzemysłowionego.

Obliczając dla Krakowa i przyjętych powyżej dat, otrzymujemy, że Wisła pod Krakowem, aby mogła przyjmować ścieki krakowskie nieoczyszczone bez wywoływania zaburzeń w dalszym jej biegu i bez strat dla flory i fauny wiślanej, a tem samem dla rybostanu, musiałaby prowadzić ilość wody czystej sekundowo 215 m^3. Jest to, jak widzimy, więcej niż średnia duża woda pod Krakowem.

Przyjmując jednak, że ścieki zostaną oczyszczone w zupełności mechanicznie, t. zn. że zostaną z nich wydzielone wszelkie zanieczyszczenia stałe organiczne i mineralne, a odpływać będą do Wisły tylko ścieki zawierające zanieczyszczenia rozpuszczone i zawieszone, otrzymujemy według wzoru dra inż. Mahra ilość wód Wisły pod Krakowem o przepływie sekundowym 14 m^3 jako wystarczającą dla samooczyszczalności w dalszym jej biegu, a tem samem dla rybostanu. W tym więc wypadku nawet mała woda Wisły wystarcza jako odbiornik dla ścieków krakowskich.

Koszt budowy osadników dla zupełnego zatrzymania zanieczyszczeń stałych i tłuszczów wraz z potrzebnemi piaskownikami wyniósłby w przybliżeniu około 500 000 zł, a zatem 2½-letnią stratę w rybostanie. Jeżeli chodziłoby o dalsze biologiczne oczyszczanie ścieków, które jednak narazie — jak wynika z powyższego obliczenia — nie jest potrzebne, podaję dla orjentacji powierzchnie potrzebne dla tego celu (tabl. II).

Tablica II.

Powierzchnia potrzebna pod oczyszczalnie biologiczne przy 100 000 ludności	
Sposób oczyszczania	Powierzchnia
Stuczne oczyszczanie biolog.	3 ha
Stawy rybne	22,5 ÷ 50 ha
Pola zalewowe	250 ha
Pola zraszane	1 000 ÷ 2 500 ha

Potrzebna powierzchnia pod oczyszczalnię biologiczną dla rozważanej zlewni krakowskiej wynosiłaby zatem:

przy sztucznem oczyszczaniu biologicznem 9 ha,
przy stawach rybnych . . . . . maks. 150 ha,
przy polach zalewowych . . . . . . 750 ha,
przy polach zraszanych . . . 3 000 ÷ 7 500 ha.

Biorąc powyższe daty pod uwagę, widzimy, że oczyszczanie biologiczne przy pomocy pól zraszanych, o którem już nieraz wspominano, wydaje się zupełnie nierealne ze względu na konieczność wykupienia olbrzymich obszarów nad Wisłą, przewyższających powierzchnią obecną zlewnię krakowską, pomijając już zatrucie powietrza na tak wielkiej przestrzeni.

Z dat powyższych wnioskować można, że najodpowiedniejszym dla Krakowa sposobem oczyszczania biologicznego byłyby stawy rybne, które — jak podaje literatura — przynoszą nawet dochody, pokrywające koszta zakupna gruntu i koszta produkcji. Sposób ten miałby dla ludności Krakowa też dodatnie znaczenie, bo dostarczyłby miastu tanich ryb, których stały brak w Krakowie daje się odczuwać. Dla sposobu tego nadają się doskonale nisko położone łąki poniżej Bieżanowa — pomiędzy torem kolejowym a Wisłą u ujścia Drwini.

Trzeba tu jednak zaznaczyć, że właściwy sposób oczyszczania i miejsce na oczyszczalnię mogą

być ustalone dopiero po przeprowadzeniu dokładnych studjów i badań. Badania te muszą objąć nietylko ścieki krakowskie, ale i wody Wisły i jej dopływów.

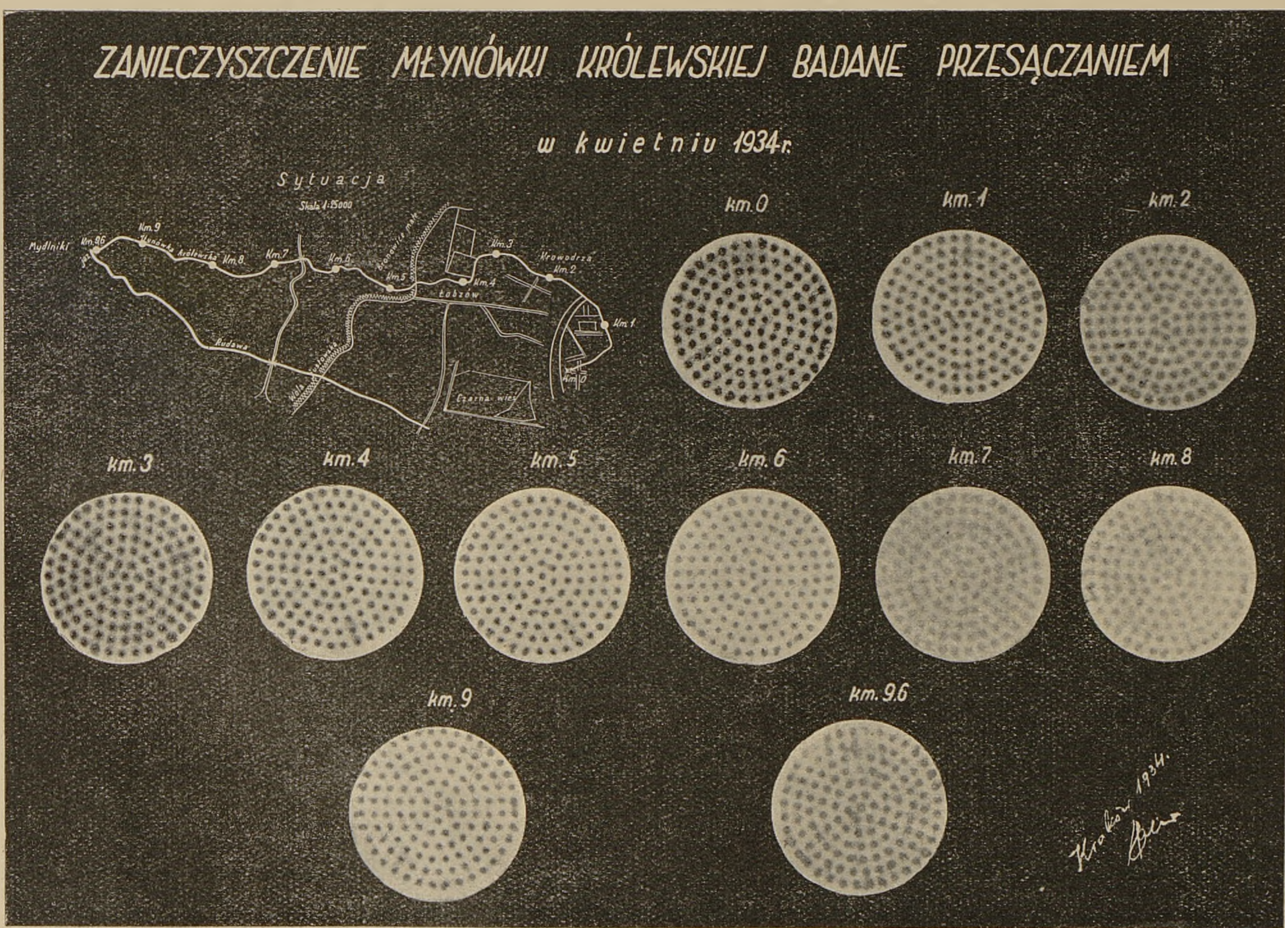
Badanie ścieków musi dokładnie określić ich skład chemiczny i bakterjologiczny, ustalić ich średnią roczną temperaturę, ilość zanieczyszczeń mineralnych i organicznych i t. d. Po ustaleniu tych dat z dłuższego okresu czasu, najmniej jednorocznego, będzie można dopiero określić sposób oczyszczania mechanicznego i biologicznego, o ile to ostatnie okaże się już dziś potrzebne.

Również w rzekach musi być zbadane zanieczyszczenie ich wód, ustalone ich nasycenie tlenem oraz zdolność przyswajania tlenu z powietrza, określona objętość ich przepływu przy normalnej wodzie i przy minimalnej wraz z przynależnemi im chyżościami przepływu, oznaczona zawartość bakteryj w wodzie, tak, aby można określić ściśle dla każdej rzeki jej pojemność, t. zn. ilość ścieków, jaką może przyjąć bez szkody dla swych wód.

Badania rzek co do ich zanieczyszczeń muszą przeprowadzać laboratorja chemiczne i bakterjologiczne, ustalając dokładnie jakość i ilość tych zanieczyszczeń.

Dla zorjentowania się w zanieczyszczeniu wód podaje dr inż. F. Sierp bardzo prosty sposób, określający w przybliżeniu stopień tego zanieczyszczenia. Sposób ten polega na przesączeniu 1 litra badanej wody przez krążek bibuły filtracyjnej, a z obrazu pozostałych na krążku zanieczyszczeń możemy wnioskować o stopniu zanieczyszczenia wody. Przez równoczesne przesączanie i badanie laboratoryjne możemy ustalić skalę zanieczyszczeń, na podstawie której możemy określać w przybliżeniu stopień zanieczyszczenia wód z otrzymanego obrazu na krążku.

Przykład takiego badania Młynówki Królewskiej w całym jej biegu od jazu aż do ujścia do kanału w ul. Garncarskiej przedstawia rys. 3, gdzie widoczne jest, że woda przy jazie i km 9 jest silniej zanieczyszczona przez ścieki z Mydlnik, na-



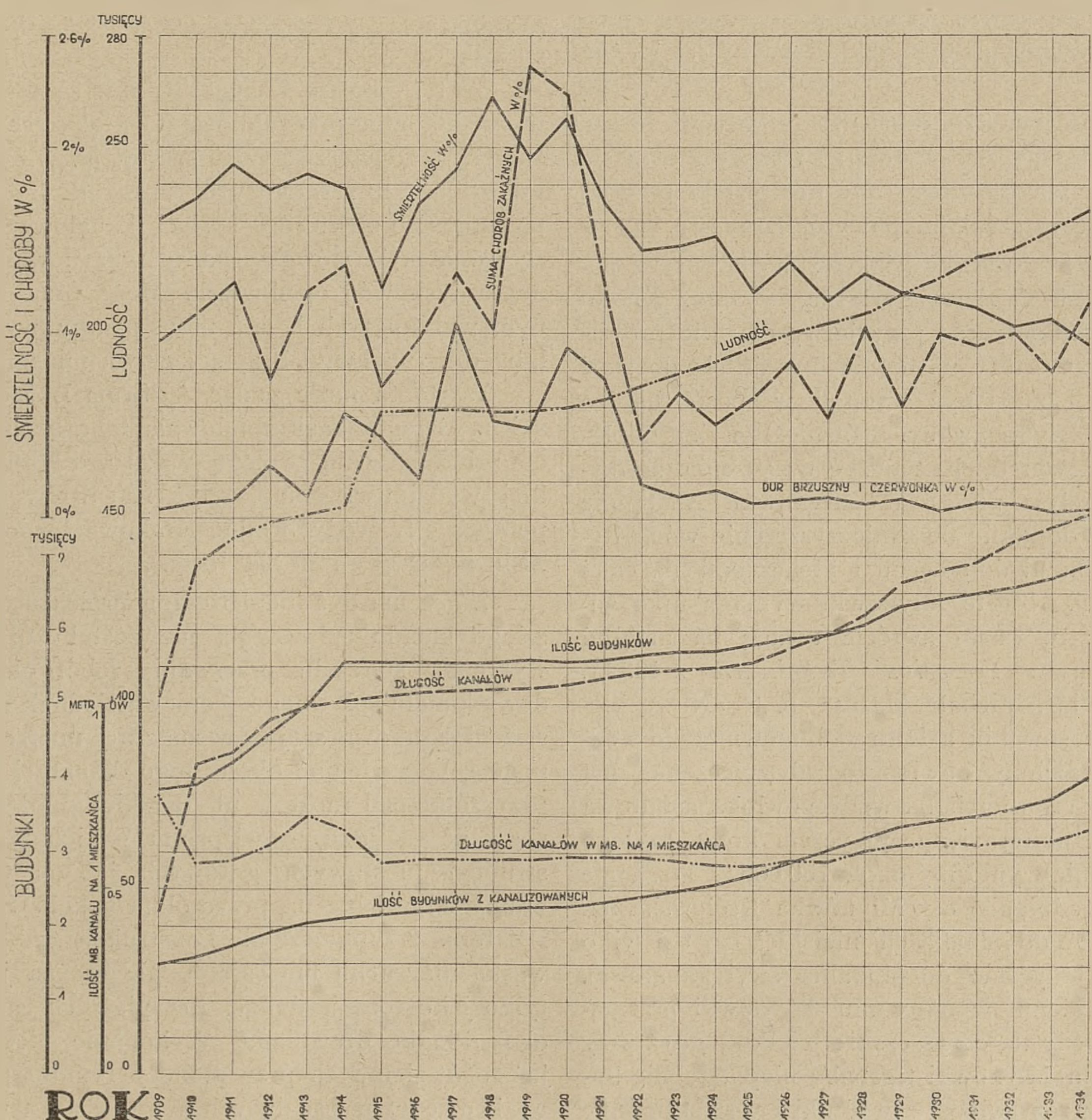
Rys. 3.

stępnie zaś na km 8 i 7 oczyszcza się sama, płynąc przestrzenią pustą, dalej znów zostaje zanieczyszczona przez odpływy z nowo powstającego osiedla nad jej brzegiem, poczem na km 4 — przepływając przez Łobzów, gdzie realności powyżej niej są skanalizowane, zaś poniżej położone nie mogą do niej ścieków odprowadzać — znów się częściowo oczyszcza, aby następnie, wpływając w obręb miasta, zostać coraz bardziej zanieczyszczoną.

Jest to sposób badania bardzo prosty, który każdy może sobie przeprowadzić, i niekosztowny, gdyż przyrządy do tego kosztują paręnaście złotych, a bardzo dobrze orjentujący, gdzie następnie należy przeprowadzić dokładne badania laboratoryjne.

Dla śledzenia związku między rozbudową sieci wodociągowej i kanałowej, ilością zużywanej wody, czystością wód i t. d., a śmiertelnością i chorobami zakaźnemi nadaje się najlepiej wykreślne zestawienie odnośnych dat statystycznych, jak to przedstawia rys. 4. Jest to zestawienie statystyczne dla miasta Krakowa z ostatnich 25 lat, które wykazuje stopniowy spadek śmiertelności w miarę rozbudowy sieci kanałowej, przyłączonej do niej ilości domów i zwiększenia się zużycia wody na głowę i dobę. Odchylenia, jakie poszczególne krzywe wykazują, polegają na zawleczonych chorobach zakaźnych, jeżeli się jednak odchyłki te wyrówna, to widoczny jest wzrost zdrowotności miasta.

Wykresy takie dla poszczególnych dzielnic mogą bardzo dobrze orjentować, w którym kie-



Rys. 4. *Krzywe dotyczące kanalizacji i zdrowotności m. Krakowa w latach 1909÷1934.*

runku miasta należy wykonać najbliższe inwestycje.

Przejdźmy obecnie do poszczególnych rzek krakowskich:

Wisła, jak już poprzednio podano, nie jest w możności przejąć ścieki krakowskie, nie ulega więc żadnej wątpliwości, że ścieki te przed wpuszczeniem do Wisły muszą być oczyszczone i że jest to sprawa bardzo pilna, tem więcej, że nie wymaga miljonowych wydatków, jak się zwykle przypuszcza. Obecnie dla doraźnej poprawy należałoby przedłużyć wyloty kolektorów do nurtu Wisły, gdyż dotychczasowe odpływy powodują osadzanie się hałd szlamu, zamykających wyloty rur, tak, że ścieki mogą odpływać dopiero górnym przelewem, co powoduje trudniejsze wymieszanie się ścieków z wodami Wisły oraz nieestetyczne hałdy na jej brzegu i kożuchy na jej powierzchni.

Rudawa, jako zregulowana o wartkim biegu, przedstawia najlepsze warunki z rzek krakowskich, należałoby jedynie dbać, aby nie została przeciążona zanieczyszczeniami powyżej Krakowa.

Młynówka Królewska, jako sztuczne koryto, posiadająca jednak zlewnię własną, wymaga zbudowania osadnika zaraz przy jazie, aby nie prowadziła piasku, który następnie dostaje się do sieci kanałowej i musi być stamtąd w sposób bardzo kosztowny wydobywany. Również na jej dopływach ze zlewni trzeba założyć urządzenia, zatrzymujące dopływ piasku do Młynówki. Następnie nie należy dopuścić do zanieczyszczenia wód Młynówki ściekami domowemi i kloacznemi na całej jej długości. Koryto Młynówki wymaga uporządkowania i tu warto zwrócić uwagę na artykuł zamieszczony w »*Czasopiśmie Technicznem*« z 1933 r. przez dra inż. Michała Mazura p. t. »Nowe kierunki w stosowaniu asfaltu w budownictwie wodnem«. Chodziłoby bowiem o zabezpieczenie dna do wysokości zwierciadła wody powłoką asfaltową wprost na ubitej ziemi, przyczem koszt takiego ubezpieczenia wyniósłby około 150 000 zł. Pozostaje jeszcze zagadnienie, czy Młynówka Królewska ma stale wpadać do kanalizacji miejskiej, czy też tylko służyć perjodycznie do płókania sieci kanałowej. Przeciw stałemu wpuszczaniu Młynówki przemawiają względy na oczyszczanie ścieków, gdyż przy wpuszczeniu Młynówki trzebaby niepotrzebnie budować dwa razy większe osadniki i wszystkie inne urządzenia. Może po przestudjowaniu znajdzie się sposób powierzchownego lub podziemnego jej odprowadzenia wprost do Wisły, oraz zaopatrzenia w odpowiednie upusty dla czyszczenia sieci kanałowej.

Sudoł i Białucha posiadają już opracowany projekt regulacji, którego wykonanie ma się rozpocząć z wiosną. Należałoby więc tylko nie dopuścić do przeciążenia ich wód zanieczyszczeniami wód brudnych. Tu trzeba zwrócić uwagę na możliwość płókania sieci kanałowej począwszy od szczytowego kanału w ulicy Prądnickiej wodami Młynówki Białuchy z ujęciem w Białym Prądniku obok Białego Dworku.

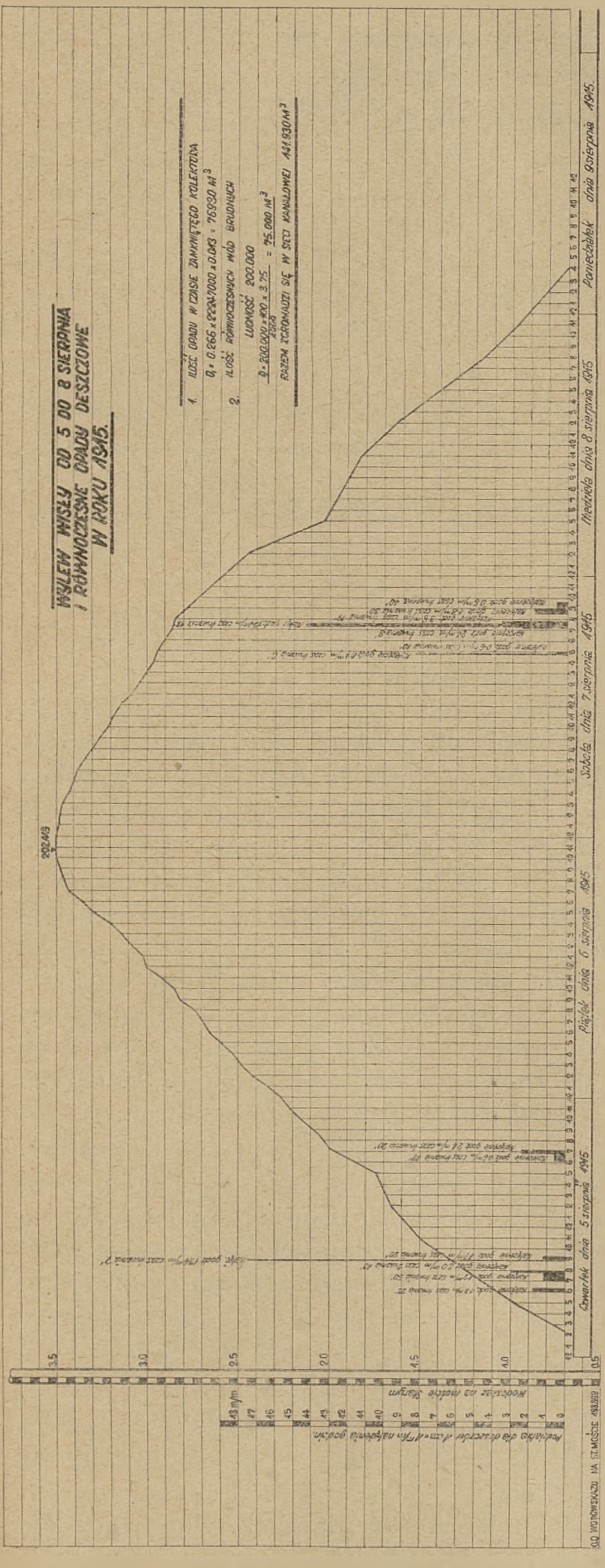
Drwinia i Serawa wymagają pogłębienia, zregulowania i utrwalenia ich koryta, a plan tych robót zależny będzie od ostatecznego ustalenia, czy koryto Drwini będzie musiało przyjąć ścieki krakowskie, czy też służyć będzie tylko dla swojej zlewni.

W tej sprawie w znacznej mierze decydować może dokładne przestudjowanie większych fal Wiślanych i równoczesnych opadów, gdyż obliczenie takie dla fali z roku 1915 wykazuje (rys. 5), że pojemność kolektorów i sieci kanałowej prawie że wystarczyła wówczas na zmagazynowanie równoczesnych wód opadowych. Może przy korzystnym wyniku tych badań małe pompy wystarczyłyby dla zupełnego bezpieczeństwa miasta.

Warto tu może podać, że firma L. Zieleniewski na Grzegórzkach zbudowała taką stację pomp dla zabezpieczenia swojego obszaru, o bardzo wielkiej wydajności pomp, gdyż 250 litrów na sek, podczas gdy wody brudne Krakowa rozliczone na 24 h wynoszą około 350 l/sek.

Wilga ma być ujęta według projektu do przyszłego kanału spławnego, nie zostało to jednak wykonane spowodu przerwania robót około budowy kanału spławnego. Ponieważ jednak na przestrzeni Krakowa są już w znacznej mierze wykonane roboty ziemne około tego kanału i gotowe przyczółki pod most w ul. Barskiej, może dałoby się użyć — jako prowizorjum — jednej z konstrukcyj mostowych gotowych i stojących jak bramy triumfalne na przyczółkach koło Skawiny i Zatora. Przypuszczalnie konstrukcja ta będzie za wąska dla ruchu miejskiego, ale można jej użyć tylko jako toru jezdnego, dla pieszych zaś zrobić obok kładkę drewnianą. Wykonanie niewielkich już robót ziemnych przy pomocy Funduszu Pracy nie będzie wymagać dużych kosztów ani trudności. W ten sposób mogłaby być też wykończona bu-

dowa kolektora prawobrzeżnego między Wilgą a kanałem spławnym. I takie tymczasowe rozwiązanie dałoby możność zabezpieczenia tej części miasta przed powodzią.



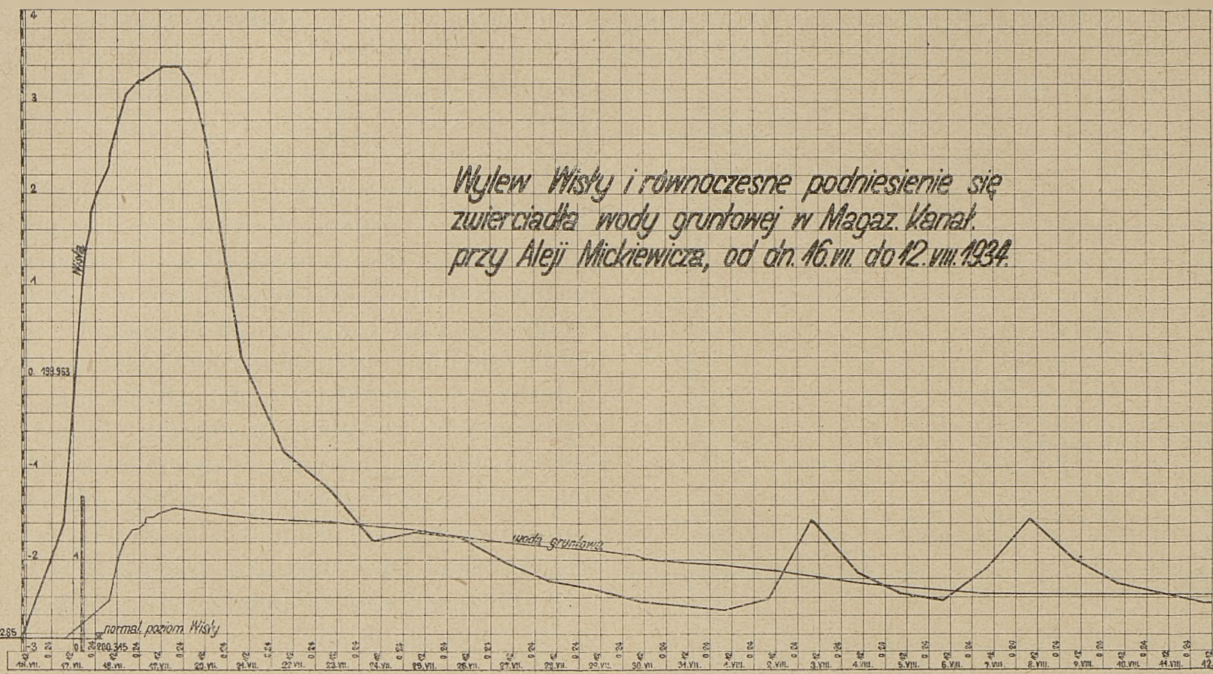
Rys. 5.

Woda gruntowa. Zostaje jeszcze sprawa wód gruntowych, która w Krakowie musi być osobno rozwiązana, ze względu na ich skład, mający szkodliwy wpływ na materjały budowlane, a specjalnie na cement. Podobne warunki znajdujemy w wielu okolicach, np. Szwajcarji, gdzie wielkie budowle wodne i drenaże zostały działaniem takich wód uszkodzone. W Krakowie istnieją trzy główne pasy wód gruntowych, a to jeden w północno-zachodniej części miasta, między Młynówką Królewską a Rudawą, drugi biegnący z północnego wschodu ku południowemu zachodowi, t. j. od Białuchy za Osiedlem mogilskiem ku ulicy Blich i staremu korytu Wisły (tu należy szukać przyczyny pochylenia się kamienic wybudowanych przez Dyr. Kolei Państw. przed wojną przy ulicy Blich, które to pochylenia widać najlepiej na oficynach w ul. Sołtyka i Dwernickiego), trzeci zaś w Dębnikach, biegnący od kamieniołomów miejskich ku ujściu Wilgi do Wisły.

Są to stare koryta rzek, ale niezbadane dokładnie, wobec czego winny być przeprowadzone wiercenia i założone w odpowiednich miejscach studnie dla badania wahań wody gruntowej i poboru próbek wody. Przykład związku między zwierciadłem wody gruntowej a zwierciadłem wody Wisły w północno-zachodniej części miasta podaje rys. 6, wykreślony podczas zeszłorocznego podniesienia wód Wisły pod Krakowem, a to podczas pamiętnej powodzi na dopływach Wisły i w niższym jej biegu. Widzimy tu, że zwierciadło wody gruntowej waha silnie. Woda gruntowa obserwowana była w studni na ten cel wywierconej, z wodowskazem, przy al. Mickiewicza u wylotu ulicy Krupniczej, badanie jednak w jednym tylko punkcie nie daje obrazu całości. Po zbadaniu, czy są to wody płynące, ich ilości i t. d., może dałoby się np. w północno-zachodniej stronie miasta ująć je gdzieś koło Mydlnik i grawitacyjnie lub pompami odprowadzić do Rudawy, a w ten sposób osuszyć tereny, dziś przez wody te objęte.

III. Ochrona nisko położonych terenów przed powodzią.

Sprawa powodzi była w ostatnich czasach tylekrotnie omawiana, samo zadanie jest jasne, a projekty rozwiązania tej kwestji są opracowane jeszcze z przed wojny, tak, że niewiele już tu dodać można. Niezupełnie słuszne wydaje się tylko postawienie sprawy t. zw. »końcowych urządzeń kanalizacyjnych«, związanych ze sprawą powodzi, jako ostat-



Rys. 6.

niego punktu programu robót ochronnych przeciw powodzi.

Jeżeli sobie bowiem wyobrazimy, że wykonano już mury czy wały ochronne i fala Wisły nie będzie mogła zalać sąsiednich terenów, a równocześnie, że tą falą został zamknięty wolny odpływ z sieci kanałowej, musi obszar zalewany dotychczas względnie czystą wodą wiślaną zostać zalany treścią wód kanałowych. Dlatego wydaje się konieczne traktowanie obu tych zadań równocześnie.

Rozwiązanie zadań ochrony miasta przed powodzią — poza koniecznością ustalenia sposobu wykształcenia architektonicznego budowli ochronnych pod Wawelem, szczególnie wzdłuż placu Groble — ogranicza się zatem jedynie do uzyskania potrzebnych kredytów.

O śpieszne rozpoczęcie tych robót przez Władze rządowe czyni energiczne starania Zarząd miasta i należy przypuszczać, że z wiosną zostaną one chociaż częściowo uruchomione.

Z podanych tu ogólnie zadań wodnych węzła krakowskiego wynika, że w ostatnich czasach nastąpiła znaczna zmiana w pojęciu zadań samej kanalizacji i roli rzeki jako odbiornika. Dawniej zadaniem kanalizacji było tylko odprowadzenie zanieczyszczeń i wód opadowych z miasta poza jego obszar, rzeka zaś służyła jako miejsce, do którego się ścieki te wpuszczało bez dalszego zajmowania się tą sprawą.

Obecnie, wobec wielkiego zwiększenia się ilości ścieków i zanieczyszczeń, a to wskutek rozrostu miast, zmian w pojęciach higjenicznych i związanego z tem zwiększenia zużycia wody, znacznego wzrostu zanieczyszczeń — nieraz bardzo szkodliwych — pochodzących od rozwijającego się szybko przemysłu i t. d., a niezmienionej ilości wód prowadzonych przez rzeki jako odbiorniki, zaszła konieczność odpowiedniego przerobienia tych ścieków, przez oczyszczenie ich, przed wpuszczeniem do odbiornika. Potrzeba oczyszczania ścieków powoduje znów oddanie pierwszeństwa kanalizacji rozdzielczej, dającej bardziej jednostajny przepływ — wbrew dotychczasowemu pojęciu, stawiającemu na pierwszem miejscu kanalizację wspólną dla ścieków i wód opadowych. Również ze względów na odbiornik i oczyszczanie ścieków nie wolno w kanalizacji tworzyć miejsc, gdzie ścieki mogłyby ulegać gniciu, jak np. przewałowe doły kloaczne, obniżenia dna kanału w szybach rewizyjnych i t. d., gdyż ścieki, które uległy zagniciu, sprawiają znaczne trudności przy ich oczyszczaniu, a w rzece mogą powodować rozkład całej przez nią prowadzonej wody.

Odbiornik, służący dawniej tylko jako zlew, uważany jest obecnie niejako za istotę żywą, która

wymaga odpowiedniej pielęgnacji, ażeby mogła dać wzamian należyte korzyści w postaci wody wodociągowej, kąpielisk, plaży, służyć sportom wodnym, dostarczać wody dla przemysłu i stworzyć odpowiednie warunki życia swej florze i faunie, a tem samem rybom.

Obecnie musi więc inżynier kanałowy pracować w porozumieniu z bakterjologiem i chemikiem, aby wspomniane zadania należycie rozwiązać, a przed ich rozwiązaniem przeprowadzić szczegółowe badanie warunków lokalnych.

Dla węzła krakowskiego, przed decyzją sposobu rozwiązania poszczególnych problemów i przystąpieniem do opracowania generalnego projektu, muszą być przeprowadzone następujące prace przygotowawcze:

1) Stworzenie planu sytuacyjnego z warstwicami, obejmującego całą nową zlewnię, i ustalenie granic tej zlewni.
2) Przestudjowanie deszczów z okresu 1907÷1934 i wykreślenie na ich podstawie krzywej deszczu, analogicznej do krzywej inż. Kłeczka z okresu 1888÷1906 r. W tym celu należałoby założyć kilka stacyj ombrograficznych w różnych punktach zlewni. Stacje takie istniały już przed wojną, niestety jednak zostały zupełnie zniszczone przez kwaterujące tu armje w 1914 r. Dotychczas — mimo starań — nie odbudowano ich, spowodu trudności sprowadzenia aparatów z zagranicy, oraz braku potrzebnych funduszów.
3) Dokładne rozpatrzenie sprawy Młynówki Królewskiej, przyczem wytyczną winno być samoistne odprowadzenie jej do Wisły, czy to po powierzchni, czy też kanałem szczelnym, mogącym znieść ciśnienie w czasie wielkich wód Wisły. Jest to konieczne ze względu na wyłączenie tych wód z przepływu przez przyszłe urządzenia oczyszczające. Młynówka Królewska, odpowiednio zabezpieczona przed zanieczyszczeniami i prowadząca wody czyste, może oddać miastu wielkie usługi przy czyszczeniu nawierzchni ulic i kanałów, przy tworzeniu kąpielisk, pływalni, sadzawek, ślizgawek, jako motyw zdobniczy i t. d., przyczem koszt uzyskanej tą drogą wody byłby minimalny w porównaniu z wodą wodociągową. Nadmienia się przytem, że istnieje możność doprowadzenia wody rurociągiem, położonym w ulicy Krowoderskiej lub Łobzowskiej od ujęcia Młynówki do kanału w alei Trzech Wieszczów aż do Plant, gdzie wodę tę, wyprowadzoną grawitacyjnie na powierzchnię, można zużytkować jako motyw zdobniczy, do budowania brodzisk dla dzieci i t. d., następnie zaś ująć ją pod Wawelem w rurociąg i odprowadzić wprost do Wisły.

   To samo można odnieść do Młynówki, doprowadzającej wodę na drugie Błonia.
4) Rozwiązanie — po dokładnem zbadaniu — sprawy wód gruntowych i ewent. ich usunięcia lub obniżenia na obszarze miasta.
5) Przeprowadzenie szczegółowych badań ścieków krakowskich co do ilości, składu, temperatury, ulegania gniciu i t. d. Tu należeć też będzie zniesienie istniejących jeszcze przewałowych dołów kloacznych i usunięcie wszystkich innych martwych punktów sieci kanałowej.
6) Przeprowadzenie badania wód Wisły na przestrzeni powyżej i poniżej Krakowa, dla ustalenia składu jej zanieczyszczeń, bakteryj i nasycenia tlenem, a tem samem jej zdatności dla celów wodociągowych i dla przyjęcia ścieków krakowskich, czyli jej pojemności jako odbiornika.
7) Takie samo badanie wód wszystkich dopływów Wisły, przepływających przez zlewnię krakowską.
8) Przeprowadzenie wierceń dla zbadania gruntu i wód gruntowych na obszarze zlewni przyłączonych po roku 1914 i na dawnej zlewni, celem stwierdzenia stopnia obniżenia się wód gruntowych przez wybudowanie kanalizacji. Przyczem należy przeprowadzić badanie natrafionych wód gruntowych co do ich składu i ewent. szkodliwości dla materjałów budowlanych.
9) Badanie ilości wód opadowych w czasie, gdy przelewy kolektorów są zamknięte falą wielkich wód Wisły — jako jeden z czynników decydujących o urządzeniach końcowych.

Od wyników otrzymanych zależeć będzie ustalenie poszczególnych problemów, a w następstwie opracowanie projektu całości, odpowiadającego dzisiejszym wymogom kanalizacji i odbiornika.

Zadanie to sięga jednak daleko poza granice Krakowa i wymaga wielkich prac i wydatków, z których korzystać będą także gminy sąsiednie, fabryki, zakłady przemysłowe i t. d., leżące za Krakowem, trudno więc, by ciężary spadły tylko

na samo miasto i tu należy szukać jakiegoś sprawiedliwego rozwiązania.

Rozwiązanie takie polegać może na utworzeniu »Związku krakowskiego węzła wodnego«, którego celem byłoby zaopatrywanie w wodę wodociągową, odwodnienie odpowiednią siecią kanałową i utrzymanie rzek w stanie używalnym.

Do związku tego należałyby:

1) Gmina miasta Krakowa;
2) gminy okalające Kraków, leżące w granicach zlewni lub korzystające z wodociągów krakowskich;
3) Rząd, jako właściciel rzek i wielkich objektów, jak: koszary, szpitale, uczelnie i t. d. (tem więcej, że objekty te, chociaż nawet leżą na obszarze miasta, nie podlegają ustawowemu przymusowi przyłączenia do sieci, a więc stanowią samoistną jednostkę);
4) fabryki i zakłady przemysłowe, jako specjalnie zanieczyszczające rzeki;
5) zakłady wodociągowe, w których interesie leży, aby wody w rzekach były w stanie używalnym;
6) Związek rybaków ze względu na rybostan;
7) wszyscy inni zainteresowani i ciągnący korzyści z urządzeń związku.

Rozwiązanie takie wydaje się racjonalne i wykonalne, gdyż Ustawa wodna w § 133 punkt 4 o »spółkach wodnych« przewiduje dla wymienionych celów utworzenie spółki, i to nietylko dobrowolne, ale także przymusowe. Ważne tu jest, że związek taki jest osobą prawną, mogącą zaciągać pożyczki dla wykonania potrzebnych inwestycyj. Pożyczki te spłaca się następnie z wkładek członkowskich, które znów są prawnie zabezpieczone i ściągalne w drodze administracyjnej.

Związek taki daje najwyższą gwarancję należytego zaprojektowania, utrzymania i obsługi urządzeń wodnych, posiadając do tego odpowiednie siły fachowe. Jest to tem ważniejsze, że działanie tych urządzeń, mimo że leżą w odrębnych gminach, często ściśle się zazębia. Racjonalne działanie tych urządzeń będzie najlepsze i najtańsze przy wspólnym zarządzie, byle ten urząd nie był zbyt rozbudowany i zbyt biurokratyczny. Dla uniknięcia tego należałoby wykonywanie robót, a nawet części zdjęć, badań i projektów oddawać fachowym inżynierom cywilnym.

Twierdzenie, że wykonywanie we własnym zarządzie jest najtańsze, nie wydaje się słuszne, a wykonywanie przez przedsiębiorców przy należytej kontroli może być równie dobre — pod warunkiem jednak, że przedsiębiorca jest fachowcem, a nietylko przedkładającym najniższą cenę.

Można tu podać dla przykładu, że w Niemczech istnieje 10 takich dużych związków i 25 mniejszych, przyczem tych 10 dużych związków obejmuje ponad 10 miljonów ludności, a więc 1/6 całej ludności Niemiec. Trzy ostatnie z nich powstały w latach 1930, 1933 i 1934, a więc w czasie kryzysu. Jasne jest bowiem, że wspólne urządzenia, wspólnie administrowane, muszą być znacznie tańsze, jak liczne urządzenia samoistne, wymagające oddzielnej obsługi, zwykle w tych wypadkach nie dość fachowej, a tem samem i nienależycie działającej.

Powstanie takiego Związku dla Krakowa będzie prawdopodobnie wymagało osobnej ustawy, opartej na ustawie wodnej, przypuszczać jednak należy, że Kraków i w tym wypadku — jak zresztą zwykle — będzie przykładem dla całego Państwa, tem bardziej, że za pierwszy krok w tym kierunku uważać można połączenie wodociągu z kanalizacją.

Kończąc więc, można tylko życzyć, aby Kraków tak dbał o swoich siedem rzek, jak Rzym dbał i dba o swoich siedem wzgórz.

Wiadomości bieżące.

Pierwszy Zjazd Producentów Wyrobów Ogniotrwałych w Polsce odbył się w Warszawie w dniu 23 maja r. b. Zjazd ten, zorganizowany w zamkniętem gronie producentów, zgromadził ponad 20 reprezentantów poszczególnych zakładów. Zebrani, po wysłuchaniu szeregu referatów gospodarczych i fachowych, powzięli rezolucję, zmierzającą do skonsolidowania wysiłków poszczególnych wytwórni nad ulepszeniem produkcji, ujednostajnieniem warunków technicznych dostaw i t. p.

Uczestnicy Zjazdu zwiedzili pracownię i wystawę prac uczniów Wydziału Ceramicznego Państwowej Szkoły Chemiczno - Przemysłowej w Warszawie, gdzie zapoznali się z metodami kształcenia przyszłych techników ceramików.

Następny Zjazd uchwalono zorganizować w jednym z większych ośrodków przemysłowych w początkach 1936 r.

J. K.

Czcionkami Drukarni Związkowej w Krakowie, ul. Mikołajska 13, pod zarządem J. Dziubanowskiego.

NA BIEŻĄCY SEZON

tylko nasze kuchnie gazowe najlepiej wykonane i najtańsze.
Sprzedaż ich jest najłatwiejsza i przysparza zadowolonych konsumentów.

Najnowsze palniki, wyjmowane, wewn. i zewn. emaljowane, piekarnik emaljowany, owalne palniki obracalne.



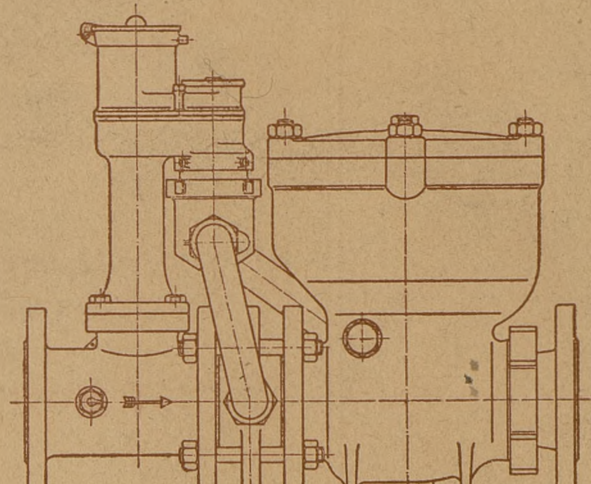
Nowe, patentowane dysze regulacyjne, dają płomień prawidłowy i niecofający się.
Grzybki mosiężne, trwałość nieograniczona, łatwe oczyszczenie.

Kupujcie tylko wyroby krajowe firmy
HERZFELD & VICTORIUS, Spółka Akcyjna, Grudziądz.

POLSKI WODOMIERZ Sp. z o. o. Poznań Grobla 15

Dostarcza — wyłącznie wyrabiane w kraju

WODOMIERZE
skrzydełkowe
śrubowe Woltmana
sprzężone typu
WM-S-ZK
WODOMIERZE
studzienne
hydrantowe
Venturiego



STACJE
CECHOWNICZE
kompletne
oraz osobne przyrządy
MIERNICZE, jak
MANOMETRY
rtęciowe różnicowe, nastawne
STOŁY i
ZBIORNIKI
MIERNICZE

PRZYJMUJE: **wodomierze** wszelk. systemów i typów do naprawy i urzędowej legalizacji.
WYKONUJE: części zamienne do wodomierzy, gazomierzy i t. p.

Czcionkami Drukarni Związkowej w Krakowie, ulica Mikołajska L. 13 pod zarządem J. Dziubanowskiego.